

## 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:	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="5"/>	Бланк
	Ответ:	<input type="text" value="X"/> <input type="text" value="Y"/>	<input type="text" value="8"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="2"/>	
	Ответ:	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="27"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/>	
	Ответ:	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="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) Na      2) Se      3) Ca      4) Mn      5) F

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

- 1** Определите два элемента, атомы которых в основном состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня  $ns^2$ .

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 указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые способны образовывать кислотные гидроксиды.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

4 Из предложенного перечня выберите два вещества, способные образовывать водородную связь, в которых присутствует ковалентная неполярная связь.

- 1) водород
- 2) уксусная кислота
- 3) пероксид водорода
- 4) этиленгликоль
- 5) метанол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

--	--

5 Среди предложенных веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите названия: А) двухосновной кислоты; Б) средней соли; В) несолеобразующего оксида.

<b>1</b> нашатырь	<b>2</b> аммиак	<b>3</b> питьевая сода
<b>4</b> сернистая кислота	<b>5</b> озон	<b>6</b> бурый газ
<b>7</b> азотная кислота	<b>8</b> сернистый газ	<b>9</b> угарный газ

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

Ответ: 

А	Б	В

6 В пробирку с азотной кислотой добавили кусочек металла X, при этом наблюдали образование бурого газа, при пропускании которого через раствор вещества Y, газ поглотился и образовался бесцветный раствор двух солей. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) натрий
- 2) медь
- 3) сульфат натрия
- 4) гидроксид натрия
- 5) йодид калия

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) $Cl_2$	1) $Cl_2, HI, CuO$
Б) $FeO$	2) $O_2, HNO_3, NaCl$
В) $NH_3$	3) $NaOH, KBr, H_2SO_4$
Г) $NH_4Br(p-p)$	4) $H_2O_2, Mg, H_2$
	5) $NaNO_2, Cl_2, AgNO_3$

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.

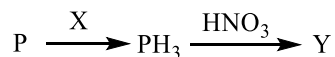
ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) FeO и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	1) FeSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub>
Б) Fe и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (разб.)	2) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , FeSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub>
В) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	3) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> O
Г) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (разб.)	4) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
	5) FeSO <sub>4</sub> , SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
	6) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , FeSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> O

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) NaOH
- 2) H<sub>2</sub>
- 3) P
- 4) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- 5) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

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

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) глицин	1) углеводы
Б) целлюлоза	2) спирты
В) триолеат глицерина	3) аминокислоты
	4) жиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**11** Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых только один атом углерода находится в sp<sup>3</sup>-гибридизации.

- 1) метилциклогексан
- 2) кумол
- 3) толуол
- 4) изопрен
- 5) бутен-2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

**12** Из предложенного перечня выберите **все** вещества, при взаимодействии которых с водой образуется преимущественно первичный спирт.

- 1) этилен
- 2) бутен-2
- 3) бутин-2
- 4) этилпропионат
- 5) фенилацетат

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые вступают в реакцию с 10% раствором серной кислоты.

- 1) глюкоза
- 2) стеариновая кислота
- 3) тристеарат глицерина
- 4) фруктоза
- 5) целлюлоза

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

ВЕЩЕСТВО X

- A)  $X + \text{KMnO}_4 (\text{H}^+) \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$   
 Б)  $X + \text{NaOH} (\text{спирт}) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$   
 В)  $X + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$   
 Г)  $X + \text{H}_2\text{O} (\text{H}^+, \text{Hg}^{2+}) \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$

- 1) 1-хлорпропан
- 2) пропен
- 3) 1,4-дибромбутан
- 4) метилпропен
- 5) циклопропан
- 6) пропин

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- A) ацетат натрия и хлорэтан  
 Б) этиловый спирт и уксусная кислота  
 В) уксусная кислота и гидроксид натрия  
 Г) этиловый спирт и натрий

- 1) уксусная кислота
- 2) ацетат натрия
- 3) этилат натрия
- 4) этилацетат
- 5) уксусный ангидрид
- 6) диэтиловый эфир

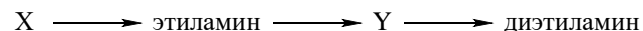
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



16 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) этан
- 2) этанол
- 3) дихлорэтан
- 4) этановая кислота
- 5) хлорид диэтиламония

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

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

- 1) взаимодействие оксида кальция с водой
- 2) взаимодействие гидроксида натрия с цинком
- 3) взаимодействие оксида натрия с оксидом цинка
- 4) взаимодействие уксусной кислоты с этанолом
- 5) взаимодействие хлора с фосфором

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

18 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, для которых добавление гидроксида натрия к раствору приводит к увеличению скорости реакции.

- 1) взаимодействие цинка с гидроксидом калия
- 2) взаимодействие этанола с уксусной кислотой
- 3) взаимодействие этилацетата с гидроксидом натрия
- 4) взаимодействие нитрата серебра с хлоридом натрия
- 5) получение этанола из хлорэтана

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

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

СХЕМА РЕАКЦИИ

- A)  $N_2 + 3Mg \rightarrow Mg_3N_2$
- Б)  $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
- В)  $N_2O + Mg \rightarrow N_2 + MgO$

СВОЙСТВО АЗОТА

- 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 схемой процесса, протекающего на инертном аноде при электролизе его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

СХЕМА ПРОЦЕССА НА АНОДЕ

- A) сульфат меди
- Б) фторид натрия
- В) гидроксид натрия

- 1)  $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-$
- 2)  $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$
- 3)  $4OH^- - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 2H_2O$
- 4)  $SO_4^{2-} - 2\bar{e} \rightarrow SO_2 + 2O_2$
- 5)  $2F^- - 2\bar{e} \rightarrow F_2$
- 6)  $Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu$

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



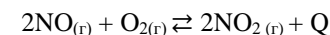
**21** Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) углекислый газ
- 2) фенол
- 3) фенолят натрия
- 4) гидросульфат 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 СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

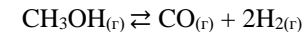
- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| А) добавление водяного пара | 1) в сторону прямой реакции   |
| Б) понижение давления       | 2) в сторону обратной реакции |
| В) добавление бурого газа   | 3) практически не смещается   |
| Г) охлаждение системы       |                               |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию метанола ( $X$ ) и равновесную концентрацию водорода ( $Y$ )

Реагент	CH <sub>3</sub> OH	CO	H <sub>2</sub>
Исходная концентрация (моль/л)			
Равновесная концентрация (моль/л)	0,2	0,4	

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,2 моль/л
- 2) 0,4 моль/л
- 3) 0,6 моль/л
- 4) 0,8 моль/л
- 5) 1,2 моль/л
- 6) 1,6 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 водные растворы этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВ	РЕАГЕНТ
А) фенол и анилин	1) бромная вода
Б) метиламин и триметиламин	2) хлорид калия
В) глюкоза и сахароза	3) хлорид железа(III)
Г) уксусная кислота и ацетат натрия	4) азотистая кислота
	5) гидрокарбонат натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) нитрат аммония	1) в качестве растворителя
Б) корунд	2) в качестве удобрения
В) пирит	3) производство кислоты
	4) производство алюминия

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 пишете 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 ( $A_r(Cl) = 35,5$ ).*

- 26 Вычислите массу исходного раствора нитрата натрия (в граммах), в котором до выпаривания 98 % от массы раствора составляла вода, а после выпаривания получился раствор массой 200 г с массовой долей воды 94 %. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

- 27 Окисление алюминия протекает в соответствии с термохимическим уравнением реакции



Какое количество тепла выделится (кДж), если в результате реакции масса оксида алюминия оказалась меньше массы исходного оксида на 14,4 г? (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

- 28 Вычислите массу железного колчедана (в килограммах), которую нужно сжечь, чтобы получить 480 кг сернистого газа, если массовая доля примесей, не содержащих серу, в железном колчедане 4 %. (Запишите число с точностью до сотых.)

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.*



## 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.**

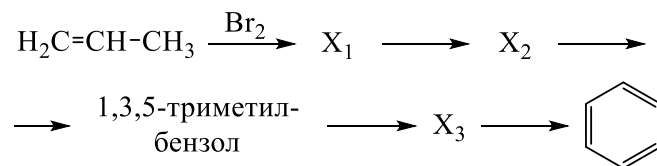
Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: хлорид аммония, соляная кислота, нитрат натрия, нитрит кальция, гидроксид калия, хлорид железа(III). Допустимо использование водных растворов этих веществ.

**29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает в водном растворе, сопровождается образованием одной соли и выделением бесцветного газа без запаха. 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 протекает в водном растворе, не сопровождается видимыми признаками. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**31** В разбавленной азотной кислоте растворили оксид меди(I). После завершения реакции к полученному раствору добавили железные стружки. Образовавшийся осадок отделили, а из раствора выпарили соль. Затем соль прокаливали в течение длительного времени. Полученный остаток сплавляли с кальцинированной содой. 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** Некоторое количество алюминиевых стружек растворили при нагревании в избытке 100% серной кислоты. Полученный раствор, в котором на каждый ион алюминия приходится 37 атомов кислорода, перенесли в 1300 мл воды. Затем добавляли к этому раствору карбонат натрия при тщательном перемешивании до окончания выделения газа массой 74,8 г. Определите массовую долю ионов натрия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

**34** Вещество А содержит 25,13 % углерода и 74,17 % хлора по массе, остальное – водород. Из вещества А при обработке избытком раствора гидроксида натрия образуется вещество Б. Известно, что функциональные группы в молекуле вещества Б не находятся у соседних атомов углерода.

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 Б из вещества А с избытком раствора гидроксида натрия (используйте структурные формулы органических веществ).

**Проверьте, что каждый ответ записан рядом с номером соответствующего задания.**









РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ																				
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	H	H	H	M	?
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	?	M	H	H	H	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	H	?	?	?	M	H	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	P	P	P	?	-	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	H	H	?	?	H	?	?
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	M	P	?	H	?	?	?	P	?	?	H	H	M	?	P
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	P	P	H	?	?	?	H	H	H	H	H	H	H	H
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	P	?	P
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	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 H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «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 (H<sub>2</sub>) 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 Иод				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 Прозеодим	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] Менделеевий	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	34
2	342
3	24
4	34
5	419
9	15
10	314
11	34
12	14
13	35
16	25
17	135
18	135
19	141
20	223
21	4123
25	243
26	600
27	166,5
28	468,75

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	24
7	4415
8	4136
14	4356
15	4423
22	1221
23	34
24	3415



**Часть 2**

**Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом**

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: хлорид аммония, соляная кислота, нитрат натрия, нитрит кальция, гидроксид калия, хлорид железа(III). Допустимо использование водных растворов этих веществ.

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

<b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	<b>Баллы</b>
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции: $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = 2\text{N}_2 + \text{CaCl}_2$ 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $2 \left  \text{N}^{-3} - 3\bar{e} \rightarrow \text{N}^0 \right.$ $2 \left  \text{N}^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow \text{N}^0 \right.$ Азот в степени окисления $-3$ (или хлорид аммония) является восстановителем. Азот в степени окисления $+3$ (или нитрит кальция) – 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 протекает в водном растворе, не сопровождается видимыми признаками. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

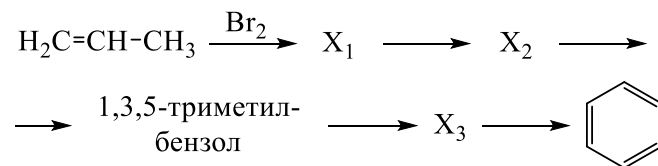
<b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	<b>Баллы</b>
Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена: $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{HNO}_2$ 2) Записаны полное и сокращенное ионные уравнения реакций: $2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_2^- = 2\text{HNO}_2 + \text{CaCl}_2$ $\text{H}^+ + \text{NO}_2^- = \text{HNO}_2$	
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** В разбавленной азотной кислоте растворили оксид меди(I). После завершения реакции к полученному раствору добавили железные стружки. Образовавшийся осадок отделили, а из раствора выпарили соль. Затем соль прокаливали в течение длительного времени. Полученный остаток сплавляли с кальцинированной содой. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>Вариант ответа</b> Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям: 1) $3\text{Cu}_2\text{O} + 14\text{HNO}_3 = 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Fe} = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu}$ 3) $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 + \text{O}_2$ 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaFeO}_2 + \text{CO}_2$	
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
<i>Максимальный балл</i>	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
<b>Вариант ответа</b> Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений: 1) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$ 2) $\text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{спирт}} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaBr}$ 3) $3 \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Сакт, t}} \text{1,3,5-триметилбензол}$ 4) $\text{1,3,5-триметилбензол} + 6\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{t}} \text{1,3,5-триметилбензоат калия} + 6\text{MnO}_2 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O}$ 5) $\text{1,3,5-триметилбензоат калия} + 3\text{KOH} \xrightarrow{\text{t}} \text{бензол} + 3\text{K}_2\text{CO}_3$	
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
<i>Максимальный балл</i>	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** Некоторое количество алюминиевых стружек растворили при нагревании в избытке 100% серной кислоты. Полученный раствор, в котором на каждый ион алюминия приходится 37 атомов кислорода, перенесли в 1300 мл воды. Затем добавляли к этому раствору карбонат натрия при тщательном перемешивании до окончания выделения газа массой 74,8 г. Определите массовую долю ионов натрия в конечном растворе.

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
<p>Вариант ответа</p> <p>Записаны уравнения реакций:</p> <p>[1] <math>2Al + 6H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2\uparrow + 6H_2O</math></p> <p>[2] <math>H_2SO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O</math></p> <p>[3] <math>Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3 + 3CO_2\uparrow + 3Na_2SO_4</math></p> <p>Приведены необходимые вычисления:</p> <p><math>n(CO_2) = 74,8 / 44 = 1,7</math> моль</p> <p>Пусть <math>n(CO_2)_{[3]} = x</math> моль,</p> <p>тогда <math>n(CO_2)_{[2]} = (1,7 - x)</math> моль</p> <p><math>n(Al_2(SO_4)_3) = n(CO_2)_{[3]} / 3 = x/3</math> моль</p> <p><math>n(H_2SO_4)_{[2]} = n(CO_2)_{[2]} = (1,7 - x)</math> моль</p> <p><math>n(H_2O)_{[1]} = 6 \cdot n(Al_2(SO_4)_3) = 6 \cdot x/3 = 2x</math> моль</p> <p><math>N(Al^{3+})/N(O) = 1/37 = n(Al^{3+})/n(O)</math></p> <p><math>n(Al^{3+}) = 2 \cdot n(Al_2(SO_4)_3) = 2 \cdot x/3 = 2x/3</math> моль</p> <p><math>n(O) = 12 \cdot n(Al_2(SO_4)_3) + n(H_2O)_{[1]} + 4 \cdot n(H_2SO_4)_{[2]} =</math>  <math>= 12 \cdot x/3 + 2x + 4 \cdot (1,7 - x) = 2x + 6,8</math></p> <p><math>(2x/3)/(2x + 6,8) = 1/37</math></p> <p><math>x = 0,3</math> моль</p> <p>Найдена масса ионов натрия и масса раствора</p> <p><math>n(Na^+) = 2 \cdot n(Na_2SO_4) = 2 \cdot n(CO_2) = 2 \cdot 1,7 = 3,4</math> моль</p> <p><math>m(Na^+) = 3,4 \cdot 23 = 78,2</math> г</p> <p><math>n(Al_2(SO_4)_3) = x/3 = 0,3/3 = 0,1</math> моль</p> <p><math>m(Al_2(SO_4)_3) = 342 \cdot 0,1 = 34,2</math> г</p> <p><math>n(H_2O)_{[1]} = 2x = 2 \cdot 0,3 = 0,6</math> моль</p> <p><math>n(H_2O)_{[1]} = 0,6 \cdot 18 = 10,8</math> г</p> <p><math>n(H_2SO_4)_{[2]} = (1,7 - x) = 1,7 - 0,3 = 1,4</math> моль</p> <p><math>m(H_2SO_4)_{[2]} = 1,4 \cdot 98 = 137,2</math> г</p>	

<p><math>n(Na_2CO_3) = n(CO_2) = 1,7</math> моль</p> <p><math>m(Na_2CO_3) = 1,7 \cdot 106 = 180,2</math> г</p> <p><math>n(Al(OH)_3) = 2 \cdot n(Al_2(SO_4)_3) = 2 \cdot 0,1 = 0,2</math> моль</p> <p><math>m(Al(OH)_3) = 0,2 \cdot 78 = 15,6</math> г</p> <p><math>m_{p-ра} = 34,2 + 10,8 + 137,2 + 1300 + 180,2 - 74,8 - 15,6 = 1572</math> г</p> <p>Определена массовая доля ионов натрия в полученном растворе:  <math>\omega(Na^+) = 78,2 / 1572 = 0,0497</math>, или 4,97 %.</p>	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания;</li> <li>• правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;</li> <li>• продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;</li> <li>• в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина</li> </ul>	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
<i>Максимальный балл</i>	4

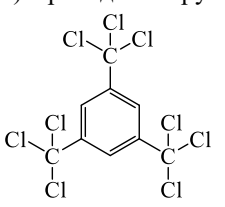
*Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.



34 Вещество А содержит 25,13 % углерода и 74,17 % хлора по массе, остальное – водород. Из вещества А при обработке избытком раствора гидроксида натрия образуется вещество Б. Известно, что функциональные группы в молекуле вещества Б не находятся у соседних атомов углерода.

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 Б из вещества А с избытком раствора гидроксида натрия (используйте структурные формулы органических веществ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа</p> <p>Элементы ответа:</p> <p>1) проведены необходимые вычисления:  <math>w(H) = 100 - 25,13 - 74,17 = 0,7 \%</math>.                      Общая формула органического вещества – <math>C_xH_yCl_z</math>  <math>x : y : z = (25,13 / 12) : (0,7 / 1) : (74,17 / 35,5) : (29,63 / 16)</math>                      Установлено соотношение числа атомов С, Н, N и О в веществе:  <math>x : y : z : m = 2,09 : 0,7 : 2,09 = 3 : 1 : 3 = 9 : 3 : 9</math>                      Молекулярная формула органического вещества – <math>C_9H_3Cl_9</math></p> <p>2) Приведена структурная формула органического вещества:</p>  <p>3) Составлено уравнение реакции:</p> 	

Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества;</li> <li>• записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в соответствии с условием задания;</li> <li>• с использованием структурной формулы органического вещества записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания</li> </ul>	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	3

