

## 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 развернутым 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.

Ответ:	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
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	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
X	Y														
4	2														
Ответ:	<input type="text" value="3,4"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				

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 или капиллярной ручки.

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

*Ответом к заданиям 1–25 является 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) Cl    2) V    3) Br    4) N    5) Mn

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

**1**

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое количество  $p$ -электронов на внешнем энергетическом уровне. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

**2**

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной группе. Расположите выбранные элементы в порядке увеличения электроотрицательности. Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

**3**

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента с низшей степенью окисления –3. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--



4 Из предложенного перечня выберите два вещества с наивысшими температурами плавления.

- 1)  $\text{CH}_4$
- 2)  $\text{NaCl}$
- 3)  $\text{HCl}$
- 4)  $\text{K}_2\text{SO}_4$
- 5)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) гидроксида; Б) летучего оксида; В) основного оксида.

<b>1</b> $\text{FeO}$	<b>2</b> $\text{SiO}_2$	<b>3</b> $\text{SO}_2$
<b>4</b> $\text{Al}_2\text{O}_3$	<b>5</b> $\text{KClO}$	<b>6</b> $\text{NH}_3$
<b>7</b> $\text{HNO}_3$	<b>8</b> $\text{PbO}$	<b>9</b> $\text{ZnO}$

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

Ответ:

А	Б	В

6 Даны две пробирки с порошком сульфида алюминия. В первую пробирку прилили избыток раствора вещества X и наблюдали растворение сульфида, при этом выделение газа не происходило. Во вторую пробирку добавили вещество Y, после чего наблюдали образование осадка и выделение газа. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1)  $\text{HCl}$
- 2)  $\text{KOH}$
- 3)  $\text{HNO}_3$
- 4)  $\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

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

- А)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- Б)  $\text{HF}$
- В)  $\text{H}_2\text{O}$
- Г)  $\text{C}$

РЕАГЕНТЫ

- 1)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}$
- 2)  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$
- 3)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{O}_2$
- 4)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HNO}_3$
- 5)  $\text{CsOH}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{BaCl}_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



**8** Установите соответствие между солью и продуктами, которые образуются в реакции ее термического разложения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СОЛЬ	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	1) $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{NO}_2, \text{O}_2$
Б) $\text{NH}_4\text{NO}_3$	2) $\text{FeO}, \text{NO}_2, \text{O}_2$
В) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	3) $\text{N}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}$
Г) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	4) $\text{N}_2, \text{H}_2\text{O}$
	5) $\text{CuO}, \text{NO}_2, \text{O}_2$
	6) $\text{Cu}, \text{NO}_2, \text{O}_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

**9** Задана схема превращений веществ:



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

- 1)  $\text{FeCl}_3$
- 2)  $\text{Fe}$
- 3)  $\text{HClO}_4$
- 4)  $\text{Cl}_2\text{O}_3$
- 5)  $\text{HClO}$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

**10** Установите соответствие между общей формулой и названием вещества, составу которого соответствует эта формула: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ОБЩАЯ ФОРМУЛА	НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА
А) $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	1) олеиновая кислота
Б) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_3$	2) пальмитиновая кислота
В) $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}_2$	3) глицин
	4) глицерин

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**11** Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых отсутствуют атомы углерода в  $sp^3$ -гибридизации.

- 1) изопрен
- 2) толуол
- 3) хлоропрен
- 4) кумол
- 5) стирол

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--





12

Из предложенного перечня выберите все вещества, которые могут вступать в реакцию с оксидом меди(II).

- 1) этанол
- 2) фенол
- 3) пропандиол-1,3
- 4) уксусная кислота
- 5) бензол

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые обесцвечивают раствор перманганата калия.

- 1) глюкоза
- 2) глицин
- 3) уксусная кислота
- 4) тристеарат глицерина
- 5) этиленгликоль

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

--	--

14

Установите соответствие между химической реакцией и органическим веществом, преимущественно образующимся в результате этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАКЦИЯ

- А) димеризация ацетилена
- Б) тримеризация ацетилена
- В) дегидрирование циклогексана
- Г) гидрирование бензола

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) бутадиен-1,3
- 2) винилацетилен
- 3) гексадиен-1,3
- 4) бензол
- 5) циклогексан
- 6) фенол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим веществом – продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) изопропанол и  $H_2SO_4$  (180 °C)
- Б) изопропанол и  $H_2SO_4$  (120 °C)
- В) пропилат калия и 1-хлорпропан
- Г) 1,3-дихлорпропан и Mg

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) циклопропан
- 2) пропин
- 3) дипропиловый эфир
- 4) диизопропиловый эфир
- 5) пропен
- 6) изопрен

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

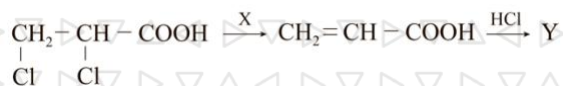
Ответ:

А	Б	В	Г



16

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) KOH (спирт. р-р)
- 2) KOH (водн. р-р)
- 3) Mg
- 4) 2-хлорпропановая кислота
- 5) 3-хлорпропановая кислота

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются каталитическими.

- 1)  $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{HF}$
- 2)  $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 3)  $2\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
- 4)  $\text{NaHCO}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{NaBr} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

18

Из предложенного перечня выберите все реакции, для которых увеличение давления не приведет к повышению скорости реакции.

- 1)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4$
- 2)  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{SO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{O}_2$
- 4)  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

19

Установите соответствие между уравнением реакции и формулой вещества-окислителя в данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА ОКИСЛИТЕЛЯ

- |                                                                                               |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| A) $\text{Na} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2$                             | 1) HCl            |
| Б) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 2) $\text{MnO}_2$ |
| B) $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$                                          | 3) $\text{H}_2$   |
|                                                                                               | 4) Na             |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	B

20

Установите соответствие между формулой вещества и уравнением процесса, протекающего на катоде при его электролизе: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

УРАВНЕНИЕ КАТОДНОГО ПРОЦЕССА

- |                                      |                                                                              |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| A) $\text{AlBr}_3$ (р-р)             | 1) $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$                        |
| Б) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ (распл.) | 2) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0$                      |
| B) $\text{KNO}_3$ (р-р)              | 3) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}^0$                    |
|                                      | 4) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	B

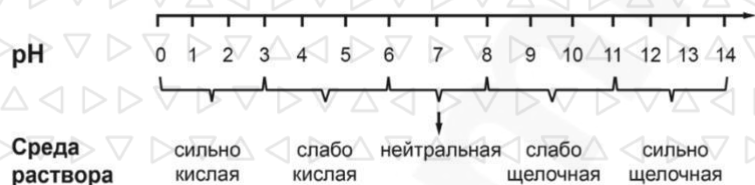


Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

**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).

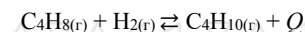
- 1)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$
- 2)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
- 3)  $\text{LiOH}$
- 4)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

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

Ответ:  →  →  →

22

Установите соответствие между внешним воздействием на систему



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

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) нагревание
- Б) увеличение объема сосуда
- В) добавление паров йода
- Г) увеличение давления

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) практически не смещается
- 2) смещается в сторону обратной реакции
- 3) смещается в сторону прямой реакции

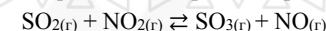
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и диоксида азота. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация оксида азота(IV) составила 0,5 моль/л, а равновесные концентрации оксида серы(IV) и оксида азота(IV) – 0,15 и 0,1 моль/л соответственно. Определите исходную концентрацию  $\text{SO}_2$  ( $X$ ) и равновесную концентрацию  $\text{SO}_3$  ( $Y$ ).

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,4 моль/л
- 4) 0,55 моль/л
- 5) 0,8 моль/л
- 6) 0,95 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y





24

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

ВЕЩЕСТВА

- А)  $K_2O$  и  $Al_2O_3$   
 Б)  $AgNO_3$ (р-р) и  $AgF$ (р-р)  
 В)  $HNO_3$  и  $HCl$   
 Г)  $FeCl_3$  и  $CrCl_3$

РЕАГЕНТ

- 1)  $NaCl$ (р-р)  
 2)  $KOH$ (р-р)  
 3)  $Cu$   
 4)  $Ag_2S$   
 5)  $Fe(NO_3)_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25

Установите соответствие между веществом и основным сырьем для его промышленного получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) серная кислота  
 Б) метанол  
 В) аммиак

СЫРЬЕ

- 1) пирит  
 2) сульфид натрия  
 3) воздух  
 4) угарный газ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

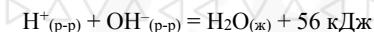
26

Найдите массу воды, необходимую для приготовления 8% раствора сульфата меди(II) из 40 г 16% раствора сульфата меди(II). (Ответ дайте с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

27

Согласно термохимическому уравнению реакции



при взаимодействии гидроксида натрия с соляной кислотой выделилось 140 кДж теплоты. Найдите массу полученной соли. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

28

Найдите массу технического гидроксида натрия, способного прореагировать с 330 г сульфата аммония. Массовая доля примесей в техническом гидроксиде натрия составляет 18%. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был 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, 30 используйте следующий перечень веществ:

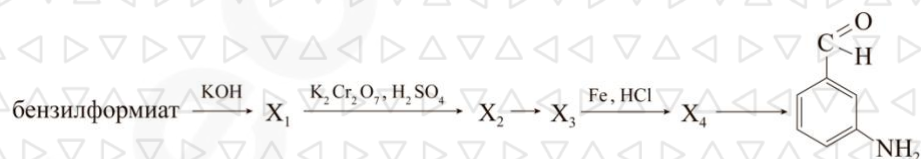
перманганат калия, сульфид натрия, соляная кислота, фосфид кальция, хлорноватистая кислота, сульфид меди(II). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

**29** Из предложенного перечня выберите кислоту и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, сопровождающуюся образованием осадка. Выделение газа при этом не происходит. 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 сильных электролита, реакция ионного обмена между которыми проходит с выделением газа. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**31** Навеску оксида алюминия сплавили с углеродом. Образовавшееся твердое вещество растворили в воде и наблюдали выделение газа, который собрали и внесли в реактор, содержащий пары воды. Реакцию проводили при высокой температуре и получили смесь газов, которая может быть использована для получения метанола. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

**33**

Органическое вещество А содержит 34,29% углерода, 45,71% кислорода и 13,33% азота. Известно, что вещество А природного происхождения и может быть отнесено к классу первичных спиртов.

На основании данных условия задачи:

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

**34**

Растворимость безводного нитрата цинка при некоторой температуре составляет 30 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор нитрата цинка, добавив необходимое количество воды к гексагидрату нитрата цинка массой 59,4 г. Через полученный раствор пропускали электрический ток до тех пор, пока массовая доля соли не уменьшилась вдвое. При этом объемы газов, выделившихся на катоде и аноде, оказались равны. Затем к получившемуся раствору прилили 224,8 г раствора карбоната натрия, содержащего  $73,47 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода. Определите массовую долю нитрата цинка в итоговом растворе.

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



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.





Часть 1  
Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	*13
2	531
3	*24
4	*24
5	731
6	24
7	5121
8	5311
9	51
10	243
11	*35
12	*134
13	*15
14	2445
15	5431
16	35
17	*35
18	*12
19	123
20	414
21	3124
22	2223
23	43
24	1532
25	143
26	40
27	146,25
28	244

\* Цифры в ответе могут быть приведены в любой последовательности

Часть 2

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом



При наличии уравнений химических реакций, отражающих дополнительные/альтернативные химические превращения, не противоречащие условиям заданий, а также соответствующих им расчётов (в заданиях 33 и 34) эксперт оценивает правильность представленного экзаменуемым решения в соответствии со шкалой и критериями оценивания.

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ:

перманганат калия, сульфид натрия, соляная кислота, фосфид кальция, хлорноватистая кислота, сульфид меди(II). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29

Из предложенного перечня выберите кислоту и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, сопровождающуюся образованием осадка. Выделение газа при этом не происходит. 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: $8\text{HClO} + \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow 8\text{HCl} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Cl}^{+1} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}^{-1} \quad   \quad 8$ $2\text{P}^{-3} - 16\bar{e} \rightarrow 2\text{P}^{+5} \quad   \quad 1$ $\text{Cl}^{+1}$ (или $\text{HClO}$ ) является окислителем $\text{P}^{-3}$ (или $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ) является восстановителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; • составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

*Примечание.* Если молекулярное уравнение реакции не соответствует условию задания или в нём неверно определены продукты реакции, то электронный баланс не оценивается (выставляется 0 баллов).



30

Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, реакция ионного обмена между которыми проходит с выделением газа. 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: $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}$ $2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{S}$ $2\text{H}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена • записано полное и сокращённое ионные уравнения реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

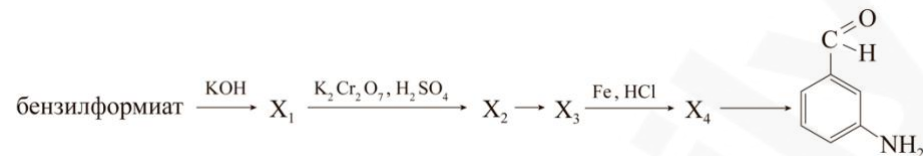
31

Навеску оксида алюминия сплавили с углеродом. Образовавшееся твердое вещество растворили в воде и наблюдали выделение газа, который собрали и внесли в реактор, содержащий пары воды. Реакцию проводили при высокой температуре и получили смесь газов, которая может быть использована для получения метанола. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{C} \xrightarrow{t} \text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{CO}$ 2) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$ 3) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{t} \text{CO} + 3\text{H}_2$ 4) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightleftharpoons{t} \text{CH}_3\text{OH}$	
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа 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
Вариант ответа: 1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
Правильно записаны пять уравнений реакции	5
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2

Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

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

33

Органическое вещество А содержит 34,29% углерода, 45,71% кислорода и 13,33% азота. Известно, что вещество А природного происхождения и может быть отнесено к классу первичных спиртов.

На основании данных условия задачи:

- проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества А;
- составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- напишите уравнение реакции димеризации вещества А (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>1. <math>\omega \text{ H} = 100 - \omega \text{ C} - \omega \text{ O} - \omega \text{ N} = 100 - 34,29 - 45,71 - 13,33 = 6,67 \%</math></p> <p>2. Допустим, имеется 100 г вещества А, тогда:  <math>m \text{ C} = 100 \cdot 0,3429 = 34,29 \text{ г}</math>  <math>m \text{ H} = 100 \cdot 0,0667 = 6,67 \text{ г}</math>  <math>m \text{ N} = 100 \cdot 0,1333 = 13,33 \text{ г}</math>  <math>m \text{ O} = 100 \cdot 0,4571 = 45,71 \text{ г}</math></p> <p>3. <math>n \text{ C} = 34,29 / 12 = 2,86 \text{ моль}</math>  <math>n \text{ H} = 6,67 / 1 = 6,67 \text{ моль}</math>  <math>n \text{ N} = 13,33 / 14 = 0,95 \text{ моль}</math>  <math>n \text{ O} = 45,71 / 16 = 2,86 \text{ моль}</math></p> <p>4. <math>n \text{ C} : n \text{ H} : n \text{ N} : n \text{ O}</math>  <math>2,86 : 6,67 : 0,95 : 2,86   : 0,95</math>  <math>3,01 : 7,02 : 1 : 3,01</math>                      Элементарная формула вещества А: <math>[\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3]_x</math></p> <p>5. Так как по условию искомое вещество имеет природное происхождение и содержит атомы N и O, логично предположить, что искомое вещество является аминокислотой</p>	

<p>Так как природные аминокислоты содержат как минимум 1 аминогруппу и 1 карбоксильную группу, логично утверждение, что молекулярная формула вещества А: <math>\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3</math></p> <p>6. Структурная формула:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>7. Димеризация вещества А:</p> $2 \begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{OH} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{CH}_2 \qquad \qquad \text{CH}_2 \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{OH} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <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 связей 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





34

Растворимость безводного нитрата цинка при некоторой температуре составляет 30 г на 100 г воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор нитрата цинка, добавив необходимое количество воды к гексагидрату нитрата цинка массой 59,4 г. Через полученный раствор пропускали электрический ток до тех пор, пока массовая доля соли не уменьшилась вдвое. При этом объемы газов, выделившихся на катоде и аноде, оказались равны. Затем к получившемуся раствору прилили 224,8 г раствора карбоната натрия, содержащего  $73,47 \cdot 10^{23}$  атомов кислорода. Определите массовую долю нитрата цинка в итоговом 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>1. Найдем массу соли в кристаллогидрате:  <math>n \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = m \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} / M \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 59,4 / 297 = 0,2</math> моль  <math>n \text{Zn(NO}_3)_2 = n \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 0,2</math> моль  <math>m \text{Zn(NO}_3)_2 = 0,2 \cdot 189 = 37,8</math> г</p> <p>2. Вычислим массу насыщенного раствора и массовую долю нитрата цинка в нем:          Пусть к кристаллогидрату добавили <math>x</math> г воды  <math>30 / 130 = 37,8 / (59,4 + x)</math>  <math>x = 104,4</math>; <math>m_{\text{доб. H}_2\text{O}} = 104,4</math> г</p> <p><math>m_{\text{насыщенного раствора}} = m \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + m_{\text{доб. H}_2\text{O}} = 59,4 + 104,4 = 163,8</math> г  <math>\omega_{\text{исх}} \text{Zn(NO}_3)_2 = m \text{Zn(NO}_3)_2 / m_{\text{насыщенного раствора}} = 37,8 / 163,8 = 0,2308</math></p> <p>3. Так как идет электролиз соли металла средней активности, параллельно с электролизом самой соли идет электролиз воды:          [1] <math>2\text{Zn(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2</math>          [2] <math>2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2</math></p> <p>4. Пусть в реакции №2 выделилось <math>x</math> моль <math>\text{O}_2</math>, тогда:  <math>n \text{H}_2 = 2x</math> моль          так как по условию объемы газов, выделившихся на катоде и аноде равны, а числа моль газов пропорциональны их объемам  <math>n_{\text{общ. O}_2} = n_1 \text{O}_2 + n_2 \text{O}_2 = n \text{H}_2 = 2x</math> моль  <math>n_1 \text{O}_2 = n_{\text{общ. O}_2} - n_2 \text{O}_2 = 2x - x = x</math> моль</p> <p><math>n \text{Zn} = 2n_1 \text{O}_2 = 2x</math> моль  <math>n_{\text{прореаг}} \text{Zn(NO}_3)_2 = n \text{Zn} = 2x</math> моль</p>	

<p>5. Определим массовую долю соли в растворе после протекания электролиза и решим уравнение:  <math>\omega_{\text{после электр}} \text{Zn(NO}_3)_2 = \omega_{\text{исх}} / 2 = 0,2308 / 2 = 0,1154</math>  <math>\omega_{\text{после электр}} \text{Zn(NO}_3)_2 = (m \text{Zn(NO}_3)_2 - m_{\text{прореаг}} \text{Zn(NO}_3)_2) / (m_{\text{насыщенного раствора}} - m \text{Zn} - m \text{H}_2 - m \text{O}_2) = (37,8 - 189 \cdot 2x) / (163,8 - 65 \cdot 2x - 32 \cdot 2x - 2 \cdot 2x) = 0,1154</math></p> <p><math>x = 0,05</math></p> <p>6. Найдем число моль карбоната натрия в добавленном растворе:  <math>n \text{O} = N \text{O} / N_A = 73,47 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 12,2</math> моль          пусть в растворе <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> <math>x</math> моль <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> и <math>y</math> моль <math>\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>так как 1 молекула <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> содержит 3 атома кислорода, а 1 молекула <math>\text{H}_2\text{O}</math> 1 атом кислорода, суммарное число моль атомов кислорода в смеси  <math>3x + y = 12,2</math></p> <p><math>m \text{Na}_2\text{CO}_3 = 106x</math>  <math>m \text{H}_2\text{O} = 18y</math></p> <p><math>3x + y = 12,2</math>  <math>106x + 18y = 224,8</math></p> <p><math>x = 0,1</math>; <math>n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1</math> моль  <math>y = 11,9</math>; <math>n \text{H}_2\text{O} = 11,9</math> моль</p> <p>7. Добавляемый <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> в первую очередь будет реагировать с <math>\text{HNO}_3</math> и пойдет реакция:  <math>[3] \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p><math>n \text{HNO}_3 = 4n_1 \text{O}_2 = 4 \cdot 0,05 = 0,2</math> моль  <math>n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1</math> моль          таким образом после реакции №3 в растворе не останется ни <math>\text{HNO}_3</math>, ни <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></p> <p>8. Найдем массу конечного раствора и вычислим массовую долю нитрата цинка в конечном растворе:  <math>n \text{CO}_2 = n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1</math> моль  <math>m \text{CO}_2 = 0,1 \cdot 44 = 4,4</math> г</p> <p><math>m_{\text{итог}} \text{Zn(NO}_3)_2 = m \text{Zn(NO}_3)_2 - m_{\text{прореаг}} \text{Zn(NO}_3)_2 = 37,8 - 189 \cdot 0,1 = 18,9</math> г</p> <p><math>m_{\text{итог р-ра}} = m_{\text{насыщенного раствора}} - m \text{Zn} - m \text{H}_2 - m \text{O}_2 + m_{\text{р-ра}} \text{Na}_2\text{CO}_3 - m \text{CO}_2 = 163,8 - 65 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,1 - 32 \cdot 0,1 + 224,8 - 4,4 = 374,3</math> г</p> <p><math>\omega_{\text{итог}} \text{Zn(NO}_3)_2 = m_{\text{итог}} \text{Zn(NO}_3)_2 / m_{\text{итог р-ра}} = 18,9 / 374,3 = 0,0505 \rightarrow 5,05\%</math>          Ответ: массовая доля нитрата цинка в итоговом растворе 5,05%</p>	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p>	4

<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>	
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, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

