

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:

3	5
---	---

3	5																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ:

X	Y
---	---

4	2
---	---

4	2																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: 3,4

3	,	4																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой 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!

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) B 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 низкой степенью окисления –3. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

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

- 1) CH_4
- 2) NaCl
- 3) HCl
- 4) K_2SO_4
- 5) H_2SO_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.

1	FeO	2	SiO_2	3	SO_2
4	Al_2O_3	5	KClO	6	NH_3
7	HNO_3	8	PbO	9	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) HCl
- 2) KOH
- 3) HNO_3
- 4) H_2O
- 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	РЕАГЕНТЫ
А) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	1) SiO_2 , Li_2O , Ca
Б) HF	2) P_2O_5 , Ba , Al_2S_3
В) H_2O	3) NaCl , Fe_3O_4 , O_2
Г) C	4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$, KOH , HNO_3
	5) CsOH , KI , 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) NH_4NO_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) $\text{Cu}, \text{NO}_2, \text{O}_2$

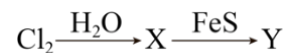
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) FeCl_3
- 2) Fe
- 3) HClO_4
- 4) Cl_2O_3
- 5) 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	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) димеризация ацетилена	1) бутадиен-1,3
Б) тримеризация ацетилена	2) винилацетилен
В) дегидрирование циклогексана	3) гексадиен-1,3
Г) гидрирование бензола	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	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) изопропанол и H_2SO_4 (180 °C)	1) циклопропан
Б) изопропанол и H_2SO_4 (120 °C)	2) пропин
В) пропилат калия и 1-хлорпропан	3) дипропиловый эфир
Г) 1,3-дихлорпропан и Mg	4) диизопропиловый эфир
	5) пропен
	6) изопрен

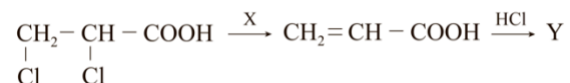
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ФОРМУЛА ОКИСЛИТЕЛЯ

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	B	B

20

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

УРАВНЕНИЕ КАТОДНОГО ПРОЦЕССА

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

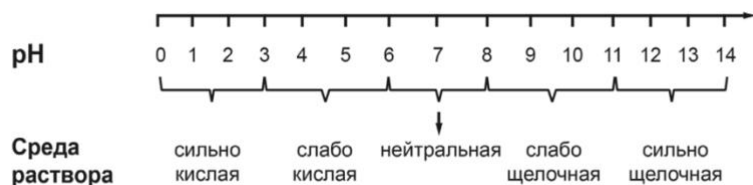
A	B	B

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).

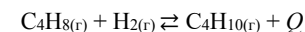
- 1) CH_3NH_2
- 2) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
- 3) LiOH
- 4) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$

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

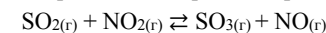
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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 SO_2 (X) и равновесную концентрацию 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	РЕАГЕНТ
А) K_2O и Al_2O_3	1) $NaCl_{(p-p)}$
Б) $AgNO_{3(p-p)}$ и $AgF_{(p-p)}$	2) $KOH_{(p-p)}$
В) HNO_3 и HCl	3) Cu
Г) $FeCl_3$ и $CrCl_3$	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	СЫРЬЕ
А) серная кислота	1) пирит
Б) метанол	2) сульфид натрия
В) аммиак	3) воздух
	4) угарный газ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

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

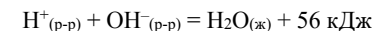
26

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:

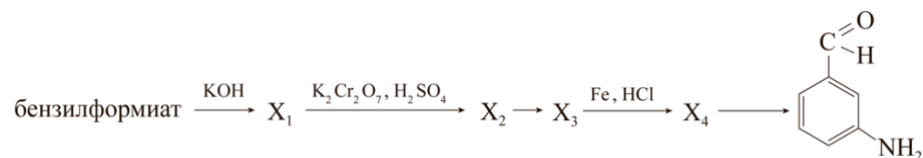
перманганат калия, сульфид натрия, соляная кислота, фосфид кальция, хлорноватистая кислота, сульфид меди(II). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

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 ионные 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: $8\text{HClO} + \text{Ca}_3\text{P}_2 \rightarrow 8\text{HCl} + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Cl}^{+1} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}^{-1} \quad \quad 8$ $2\text{P}^{-3} - 16\bar{e} \rightarrow 2\text{P}^{+5} \quad \quad 1$ Cl ⁺¹ (или HClO) является окислителем P ⁻³ (или Ca ₃ 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

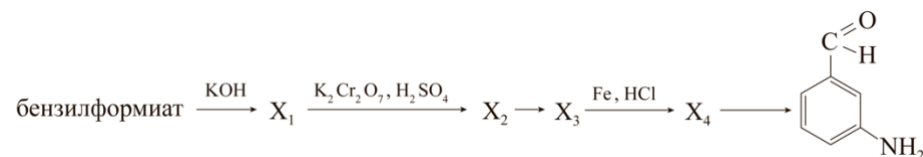
31

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.

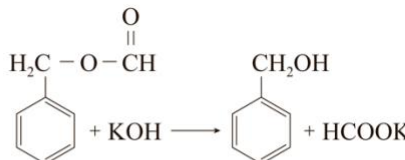
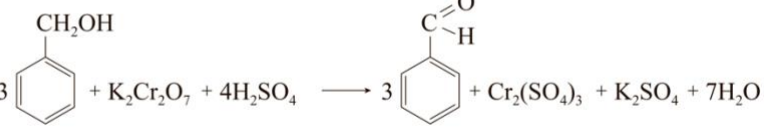
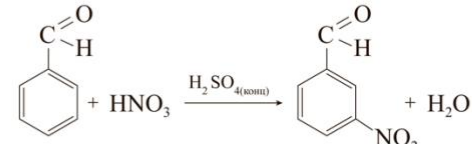
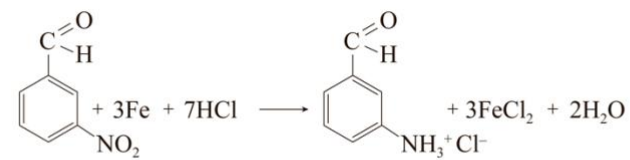
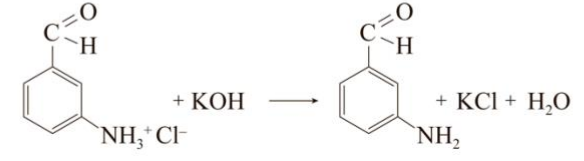
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{C} \xrightarrow{t} \text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{CO}$ 2) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$ 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. $\omega \text{ H} = 100 - \omega \text{ C} - \omega \text{ O} - \omega \text{ N} = 100 - 34,29 - 45,71 - 13,33 = 6,67 \%$</p> <p>2. Допустим, имеется 100 г вещества А, тогда: $m \text{ C} = 100 \cdot 0,3429 = 34,29 \text{ г}$ $m \text{ H} = 100 \cdot 0,0667 = 6,67 \text{ г}$ $m \text{ N} = 100 \cdot 0,1333 = 13,33 \text{ г}$ $m \text{ O} = 100 \cdot 0,4571 = 45,71 \text{ г}$</p> <p>3. $n \text{ C} = 34,29 / 12 = 2,86 \text{ моль}$ $n \text{ H} = 6,67 / 1 = 6,67 \text{ моль}$ $n \text{ N} = 13,33 / 14 = 0,95 \text{ моль}$ $n \text{ O} = 45,71 / 16 = 2,86 \text{ моль}$</p> <p>4. $n \text{ C} : n \text{ H} : n \text{ N} : n \text{ O}$ $2,86 : 6,67 : 0,95 : 2,86 : 0,95$ $3,01 : 7,02 : 1 : 3,01$ Элементарная формула вещества А: $[\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3]_x$</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: $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$</p> <p>6. Структурная формула: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad$ $\quad \quad \quad \text{CH}_2$ $\quad \quad \quad$ $\quad \quad \quad \text{OH}$</p> <p>7. Димеризация вещества А:</p> $2\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \longrightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} \quad \begin{array}{c} \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества; записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связей 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
<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: $n \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = m \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} / M \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 59,4 / 297 = 0,2$ моль $n \text{Zn(NO}_3)_2 = n \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 0,2$ моль $m \text{Zn(NO}_3)_2 = 0,2 \cdot 189 = 37,8$ г</p> <p>2. Вычислим массу насыщенного раствора и массовую долю нитрата цинка в нем: Пусть к кристаллогидрату добавили x г воды $30 / 130 = 37,8 / (59,4 + x)$ $x = 104,4$; $m_{\text{доб. H}_2\text{O}} = 104,4$ г</p> <p>$m_{\text{насыщенного раствора}} = m \text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + m_{\text{доб. H}_2\text{O}} = 59,4 + 104,4 = 163,8$ г $\omega_{\text{исх Zn(NO}_3)_2} = m \text{Zn(NO}_3)_2 / m_{\text{насыщенного раствора}} = 37,8 / 163,8 = 0,2308$</p> <p>3. Так как идет электролиз соли металла средней активности, параллельно с электролизом самой соли идет электролиз воды: [1] $2\text{Zn(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$ [2] $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$</p> <p>4. Пусть в реакции №2 выделилось x моль O_2, тогда: $n \text{H}_2 = 2x$ моль так как по условию объемы газов, выделившихся на катоде и аноде равны, а числа моль газов пропорциональны их объемам $n_{\text{общ. O}_2} = n_1 \text{O}_2 + n_2 \text{O}_2 = n \text{H}_2 = 2x$ моль $n_1 \text{O}_2 = n_{\text{общ. O}_2} - n_2 \text{O}_2 = 2x - x = x$ моль</p> <p>$n \text{Zn} = 2n_1 \text{O}_2 = 2x$ моль $n_{\text{прореаг Zn(NO}_3)_2} = n \text{Zn} = 2x$ моль</p>	

<p>5. Определим массовую долю соли в растворе после протекания электролиза и решим уравнение: ω после электр $\text{Zn(NO}_3)_2 = \omega_{\text{исх}} / 2 = 0,2308 / 2 = 0,1154$ ω после электр $\text{Zn(NO}_3)_2 = (m \text{Zn(NO}_3)_2 - m_{\text{прореаг Zn(NO}_3)_2}) / (m_{\text{насыщенного раствора}} - m \text{Zn} - m \text{H}_2 - m \text{O}_2) = (37,8 - 189 \cdot 2x) / (163,8 - 65 \cdot 2x - 32 \cdot 2x - 2 \cdot 2x) = 0,1154$</p> <p>$x = 0,05$</p> <p>6. Найдем число моль карбоната натрия в добавленном растворе: $n \text{O} = N \text{O} / N_A = 73,47 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 12,2$ моль пусть в растворе Na_2CO_3 x моль Na_2CO_3 и y моль H_2O</p> <p>так как 1 молекула Na_2CO_3 содержит 3 атома кислорода, а 1 молекула H_2O 1 атом кислорода, суммарное число моль атомов кислорода в смеси $3x + y = 12,2$</p> <p>$m \text{Na}_2\text{CO}_3 = 106x$ $m \text{H}_2\text{O} = 18y$</p> <p>$3x + y = 12,2$ $106x + 18y = 224,8$</p> <p>$x = 0,1$; $n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1$ моль $y = 11,9$; $n \text{H}_2\text{O} = 11,9$ моль</p> <p>7. Добавляемый Na_2CO_3 в первую очередь будет реагировать с HNO_3 и пойдет реакция: $[3] \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>$n \text{HNO}_3 = 4n_1 \text{O}_2 = 4 \cdot 0,05 = 0,2$ моль $n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1$ моль таким образом после реакции №3 в растворе не останется ни HNO_3, ни Na_2CO_3</p> <p>8. Найдем массу конечного раствора и вычислим массовую долю нитрата цинка в конечном растворе: $n \text{CO}_2 = n \text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1$ моль $m \text{CO}_2 = 0,1 \cdot 44 = 4,4$ г</p> <p>$m_{\text{итог Zn(NO}_3)_2} = m \text{Zn(NO}_3)_2 - m_{\text{прореаг Zn(NO}_3)_2} = 37,8 - 189 \cdot 0,1 = 18,9$ г</p> <p>$m_{\text{итог р-ра}} = m_{\text{насыщенного раствора}} - m \text{Zn} - m \text{H}_2 - m \text{O}_2 + m_{\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3} - m \text{CO}_2 = 163,8 - 65 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,1 - 32 \cdot 0,1 + 224,8 - 4,4 = 374,3$ г</p> <p>$\omega_{\text{итог Zn(NO}_3)_2} = m_{\text{итог Zn(NO}_3)_2} / m_{\text{итог р-ра}} = 18,9 / 374,3 = 0,0505 \rightarrow 5,05\%$ 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"> • 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 	
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.