



4 Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения, содержащие ковалентную связь, образованную по донорно-акцепторному механизму.

- 1) CO
- 2) NH<sub>3</sub>
- 3) Al<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>
- 4) NH<sub>4</sub>OH
- 5) NH<sub>4</sub>Cl

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) гидроксида; Б) пероксида; В) средней соли.

<b>1</b> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<b>2</b> NH <sub>3</sub>	<b>3</b> KH <sub>2</sub> PO <sub>3</sub>
<b>4</b> SF <sub>6</sub>	<b>5</b> BaO <sub>2</sub>	<b>6</b> Ca(OCl)Cl
<b>7</b> SiO <sub>2</sub>	<b>8</b> TiO <sub>2</sub>	<b>9</b> KH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub>

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

Ответ: 

А	Б	В

6 Даны две пробирки с раствором соли X. В первую пробирку прилили избыток раствора сильного электролита Y и наблюдали выпадение осадка. Во вторую пробирку добавили концентрированный раствор нитрата серебра, после чего наблюдали выпадение белого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) K<sub>2</sub>S
- 2) KOH
- 3) BaCl<sub>2</sub>
- 4) AlCl<sub>3</sub>
- 5) H<sub>2</sub>S

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) NaOH	1) H <sub>2</sub> , Ba(OH) <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Б) C	2) BaSO <sub>4</sub> , Ca, HNO <sub>3</sub> (p-p)
В) CO <sub>2</sub>	3) ZnO, H <sub>2</sub> O, NaOH
Г) Si	4) P, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> Cl
	5) LiOH, Cl <sub>2</sub> , C

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г

**8** Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом(-ами), которые образуются в реакции с участием этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

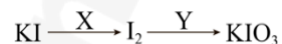
РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ
А) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и HCl <sub>(конц.)</sub>	1) FeCl <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O
Б) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и HCl <sub>(р-р)</sub>	2) Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , NO, H <sub>2</sub> O
В) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и HNO <sub>3(р-р)</sub>	3) FeCl <sub>3</sub> , FeCl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
Г) FeO и HNO <sub>3</sub>	4) Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , NO, H <sub>2</sub> O
	5) FeCl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
	6) Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O

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) KOH
- 2) K<sub>2</sub>O
- 3) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 4) CuSO<sub>4</sub>
- 5) Cu

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) C <sub>n</sub> H <sub>2n-8</sub> O	1) бензиловый спирт
Б) C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> NO <sub>2</sub>	2) аланин
В) C <sub>n</sub> H <sub>2n-6</sub> O	3) пара-метилбензальдегид
	4) нитробензол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**11** Из предложенного перечня выберите два вещества, для которых характерна геометрическая изомерия.

- 1) 2,3-диметилбутен-2
- 2) бутен-1
- 3) бутен-2
- 4) глюкоза
- 5) 1,2-дибромциклопропан

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня выберите **все** вещества, которые могут вступать в реакцию с хлороводородом.

- 1) бензиловый спирт
- 2) этен
- 3) фенол
- 4) метилацетат
- 5) этиленгликоль

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые **не** обесцвечивают бромную воду.

- 1) триолеат глицерина
- 2) аланин
- 3) пропеновая кислота
- 4) пальмитиновая кислота
- 5) анилин

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) 1,3,5-триметилбензол
Б) ароматизация 2,3-диметилгексана	2) крезол
В) тримеризация пропина	3) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
Г) тримеризация ацетилена	4) бензол
	5) ксилол
	6) этилбензол

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) этаноат натрия и хлорметан	1) ацетон
Б) фенол и уксусная кислота	2) пропановая кислота
В) метилпропен и $\text{KMnO}_4$	3) не реагируют
Г) бензол и $\text{KMnO}_4$	4) фенол
	5) метилацетат
	6) этилформиат

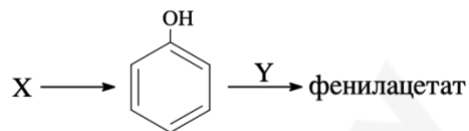
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г

16

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) уксусная кислота
- 2) ацетилхлорид
- 3) кумол
- 4) стирол
- 5) этанол

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Из предложенного перечня выберите **все** вещества, реакции термического разложения которых являются окислительно-восстановительными.

- 1)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
- 3)  $\text{LiNO}_3$
- 4)  $\text{BaCO}_3$
- 5)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

18

Из предложенного перечня выберите **все** реакции, для которых увеличение концентрации кислоты приведет к увеличению скорости реакции.

- 1)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 3)  $\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{HCl}$
- 4)  $\text{ZnO} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{ZnBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5)  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

19

Установите соответствие между формулой вещества и окислительно-восстановительными свойствами, которые он способен проявлять: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A)  $\text{HCl}$
- Б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- В)  $\text{H}_2\text{O}_2$

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- 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 формулой вещества и уравнением процесса, протекающего на катоде при электролизе ее водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A)  $\text{KCl}$
- Б)  $\text{AgNO}_3$
- В)  $\text{HCl}$
- Г)  $\text{AlCl}_3$

УРАВНЕНИЕ КАТОДНОГО ПРОЦЕССА

- 1)  $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 2)  $\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}^0$
- 3)  $\text{Al}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{Al}^0$
- 4)  $2\text{H}_2\text{O} - 4\bar{e} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
- 5)  $\text{Cl}^- - \bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$
- 6)  $\text{H}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

Ответ:

A	Б	В	Г

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).

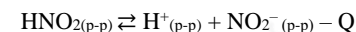
- 1)  $AlCl_3$
- 2)  $BaCO_3$
- 3)  $KOH$
- 4)  $Na_2S$

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) добавление соляной кислоты
- Б) добавление катализатора
- В) добавление едкого натра
- Г) охлаждение

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

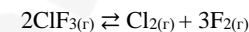
- 1) практически не смещается
- 2) смещается в сторону обратной реакции
- 3) смещается в сторону прямой реакции

Ответ:

А	Б	В	Г

23

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество трифторида хлора. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите равновесную концентрацию  $F_2$  ( $X$ ) и исходную концентрацию  $Cl_2$  ( $Y$ ).

Реагент	$ClF_3$	$Cl_2$	$F_2$
Исходная концентрация (моль/л)	1,2		
Равновесная концентрация (моль/л)	0,6		

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0 моль/л
- 2) 0,3 моль/л
- 3) 0,9 моль/л
- 4) 1,8 моль/л
- 5) 1,8 моль/л
- 6) 3,6 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) фенол и анилин	1) бромная вода
Б) $MgCl_2$ и $AlCl_3$	2) $HCl$
В) $KI$ и $KCl$	3) калий
Г) $Zn$ и $Fe$	4) $AgNO_3$
	5) $KOH_{(p-p)}$

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) винилхлорид	1) топливо
Б) тетрахлометан	2) растворитель
В) фенол	3) производство пластмасс
	4) отбеливатель

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 ( $A_r(Cl) = 35,5$ ).*

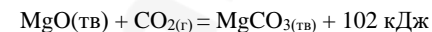
26

Сколько грамм пентагидрата сульфата меди(II) надо добавить к 230 г 5% раствора сульфата меди(II), чтобы получить 18% раствор сульфата меди(II)? (Запишите число с точностью до целых).

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

27

В реакцию, термохимическое уравнение которой



вступило 55 г диоксида углерода. Количество выделившейся при этом теплоты равно \_\_\_ кДж. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

28

Вычислите массу соли, которая образуется при взаимодействии 80 г сульфата меди(II) с избытком йодоводородной кислоты. Выход реакции примите равным 40% (Запишите число с точностью до десятых.)

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:

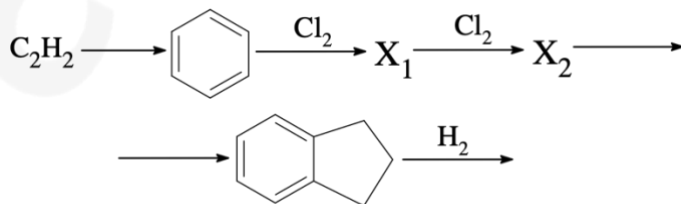
перманганат калия, сульфат меди(II), сульфат калия, перекись водорода, фосфат натрия, хлорное железо, кремний. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

**29** Из предложенного перечня выберите соль и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, в которой одна молекула окислителя принимает один электрон, при этом образование осадка не наблюдается. 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 образованием желтого осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**31** Натрий внесли в очень разбавленный раствор азотной кислоты. После окончания реакции раствор упарили, а к оставшемуся сухому остатку прилили раствор едкого кали, в результате чего наблюдали выделение газа с резким запахом, который собрали и пропустили через оксид меди(II). Полученное простое вещество внесли в раствор сульфата железа(III). 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** Кристаллогидрат сульфата натрия, в котором массовая доля серы в 5,5 раз меньше массовой доли кислорода, растворили в воде. При этом образовался раствор массой 824 г, через который пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 22,4 л газа. Затем к образовавшемуся раствору прилили раствор гидроксида бария массой 950 г с массовой долей щелочи 18%, в результате чего массовая доля гидроксида бария уменьшилась в 9 раз. Вычислите массу растворенного кристаллогидрата.

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

**34** Органическое вещество природного происхождения содержит 36,09% углерода, 5,26% водорода, 48,12% кислорода и 10,53% азота. При исследовании химических свойств органического вещества установлено, что одна его молекула способна прореагировать с двумя молекулами едкого натра.

На основании данных условия задачи:

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



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



**Часть 1**  
**Ответы к заданиям**

№ задания	Ответ
1	*14
2	341
3	*34
4	*45
5	159
6	41
7	4235
8	3344
9	41
10	321
11	*35
12	*125
13	*24
14	3514
15	5313
16	32
17	*13
18	*1345
19	313
20	1261
21	3421
22	2132
23	31
24	3545
25	322
26	65
27	127,5
28	38,2

\* 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, сульфат меди(II), сульфат калия, перекись водорода, фосфат натрия, хлорное железо, кремний. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

**29**

Из предложенного перечня выберите соль и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, в которой одна молекула окислителя принимает один электрон, при этом образование осадка не наблюдается. 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: $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{O}_2 + 2\text{HCl}$ $\text{Fe}^{+3} + \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{+2} \quad   \quad 2$ $2\text{O}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{O}_2^0 \quad   \quad 1$ $\text{Fe}^{+3}$ (или $\text{FeCl}_3$ ) является окислителем $\text{O}^{-1}$ (или $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 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).

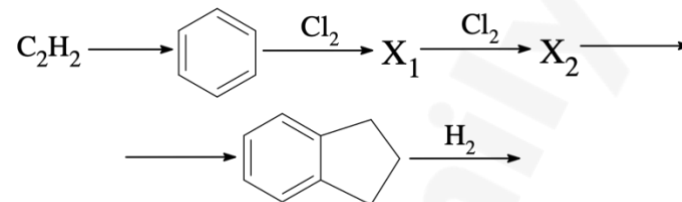
**30** Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, реакция ионного обмена между которыми проходит с образованием желтого осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{FePO}_4 + 3\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^- + 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{FePO}_4 + 3\text{Na}^+ + 3\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{FePO}_4$	
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** Натрий внесли в очень разбавленный раствор азотной кислоты. После окончания реакции раствор упарили, а к оставшемуся сухому остатку прилили раствор едкого кали, в результате чего наблюдали выделение газа с резким запахом, который собрали и пропустили через оксид меди(II). Полученное простое вещество внесли в раствор сульфата железа(III). 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) $8\text{Na} + 10\text{HNO}_3(\text{оч. разб}) \rightarrow 8\text{NaNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 3) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4$	
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) $3\text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{C}_{\text{акт}}, t^0} \text{C}_6\text{H}_6$ 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ 4) $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2 + \text{Cl(CH}_2)_3\text{Cl} + 4\text{Na} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_8 + 4\text{NaCl}$ 5) $\text{C}_8\text{H}_8 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}, t^0} \text{C}_{10}\text{H}_{16}$	
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

Кристаллогидрат сульфата натрия, в котором массовая доля серы в 5,5 раз меньше массовой доли кислорода, растворили в воде. При этом образовался раствор массой 824 г, через который пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 22,4 л газа. Затем к образовавшемуся раствору прилили раствор гидроксида бария массой 950 г с массовой долей щелочи 18%, в результате чего массовая доля гидроксида бария уменьшилась в 9 раз. Вычислите массу растворенного кристаллогидрата.

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:                      [1] <math>2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{электролиз}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2</math>                      [2] <math>\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{NaOH}</math></p> <p>1) Формула гидрата: <math>\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}</math>                      Допустим, имеется 1 моль гидрата, тогда:</p> <p><math>5,5\omega\text{S} = \omega\text{O}</math>                      т.к. масса молекулы одинакова в обеих частях уравнения:  <math>5,5m\text{S} = m\text{O}</math>  <math>5,5 \cdot 32 = 4 \cdot 16 + 16x</math>  <math>x = 7</math>  <math>\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>2) Т.к. при электролиз сульфата натрия фактически идет электролиз воды:  <math>n \text{O}_2 = 22,4 / 22,4 = 1</math> моль  <math>n \text{H}_2\text{O}_{\text{разлож}} = 2n \text{O}_2 = 2</math> моль  <math>m \text{H}_2\text{O}_{\text{разлож}} = 18 \cdot 2 = 36</math> г</p> <p>3) <math>m \text{Ba}(\text{OH})_2 = 950 \cdot 0,18 = 171</math> г  <math>\omega_{\text{нов}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = 18 / 9 = 2\%</math> или 0,02</p> <p><math>\omega_{\text{нов}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = m_{\text{ост}} \text{Ba}(\text{OH})_2 / m_{\text{итог р-ра}}</math>  <math>0,02 = m_{\text{ост}} \text{Ba}(\text{OH})_2 / m_{\text{итог р-ра}}</math></p>	

<p>4) пусть в реакцию №2 вступило <math>x</math> моль <math>\text{Ba}(\text{OH})_2</math>  <math>m_{\text{прореаг}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = 171x</math> г  <math>m_{\text{ост}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = 171 - 171x</math></p> <p>5) <math>n \text{BaSO}_4 = n_{\text{прореаг}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = x</math> моль  <math>m \text{BaSO}_4 = 233x</math> г</p> <p>6) <math>m_{\text{итог р-ра}} = 824 - m_{\text{H}_2\text{O}_{\text{разлож}}} + 950 - m \text{BaSO}_4 = 824 - 36 + 950 - 233x = 1738 - 233x</math></p> <p><math>0,02 = (171 - 171x) / (1738 - 233x)</math>  <math>x = 0,82</math></p> <p>7) <math>n \text{Na}_2\text{SO}_4 = n_{\text{прореаг}} \text{Ba}(\text{OH})_2 = 0,82</math> моль  <math>m \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 0,82 \cdot 268 = 219,76</math> г</p> <p>Ответ: масса растворенного кристаллогидрата 219,76 г</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 ответ	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.

34

Органическое вещество природного происхождения содержит 36,09% углерода, 5,26% водорода, 48,12% кислорода и 10,53% азота. При исследовании химических свойств органического вещества установлено, что одна его молекула способна прореагировать с двумя молекулами едкого натра.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции исходного органического вещества с избытком едкого натра (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) Допустим, имеется 100 г искомого органического вещества, тогда:  <math>m\text{ C} = 100 \cdot 0,3609 = 36,09\text{ г}</math>  <math>m\text{ H} = 100 \cdot 0,0526 = 5,26\text{ г}</math>  <math>m\text{ N} = 100 \cdot 0,1053 = 10,53\text{ г}</math>  <math>m\text{ O} = 100 \cdot 0,4812 = 48,12\text{ г}</math></p> <p>2) <math>n\text{ C} = 36,09 / 12 = 3,01\text{ моль}</math>  <math>n\text{ H} = 5,26 / 1 = 5,25\text{ моль}</math>  <math>n\text{ N} = 10,53 / 14 = 0,75\text{ моль}</math>  <math>n\text{ O} = 48,12 / 16 = 3,01\text{ моль}</math></p> <p>3) C : H : N : O  <math>3,01 : 5,25 : 0,75 : 3,01 \mid : 0,75</math>  <math>4,01 : 7 : 1 : 4,01</math>                      Элементарная формула: <math>[\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4]_x</math></p> <p>4) Т.к. по условию искомое вещество имеет природное происхождение и содержит атомы N и O, то логично предположить, что искомое вещество является аминокислотой</p> <p>Т.к. по условию одна молекула искомого вещества способна прореагировать с двумя молекулами NaOH и вероятно является аминокислотой, то искомое вещество содержит 2 группы -COOH                      Молекулярная формула: <math>\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_4</math></p> <p>5) Структурная формула:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} \end{array}$	

б) Уравнение реакции органического вещества с избытком едкого натра: $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} \end{array} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{ONa} \end{array} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{ONa} \end{array} \end{array} + 2\text{H}_2\text{O}$	
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 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