

## Единый государственный экзамен по ХИМИИ

## Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 34 задания. Часть 1 содержит 28 заданий с кратким ответом, часть 2 содержит 6 заданий с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 3,5 часа (210 минут).

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов №1. Последовательность цифр в заданиях 1–25 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответ: 

3	5
---	---

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

Ответ: 

X	Y
---	---

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!**

## 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) Ge    2) Fr    3) Cu    4) Ga    5) Mg

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

**1** Определите в атомах каких из указанных в ряду химических элементов разница между количеством нейтронов и количеством протонов не превышает шести. 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 одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке ослабления восстановительных свойств образуемых ими простых веществ. Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 

--	--	--

**3** Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую наивысшую степень окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ: 

--	--

4 Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения

- 1) SF<sub>4</sub>
- 2) C
- 3) NH<sub>3</sub>
- 4) SiO<sub>2</sub>
- 5) NH<sub>4</sub>Cl

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) пероксида; Б) кислотного оксида; В) амфотерного оксида.

<b>1</b> N <sub>2</sub> O	<b>2</b> CaO	<b>3</b> O <sub>2</sub>
<b>4</b> Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	<b>5</b> BeO	<b>6</b> H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
<b>7</b> Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	<b>8</b> Na <sub>2</sub> O	<b>9</b> N <sub>2</sub> O <sub>3</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 раствор вещества Y, в результате чего в ней выпал осадок. Во вторую пробирку добавили раствор нитрата серебра, после чего наблюдали выпадение желтого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) AgNO<sub>3</sub>
- 2) FeCl<sub>3</sub>
- 3) KCN
- 4) NaOH
- 5) FeBr<sub>3</sub>

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) P	1) MnO <sub>2</sub> , NO, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
Б) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2) NaCl, C, H <sub>2</sub>
В) Cu <sub>2</sub> O	3) HBr, O <sub>2</sub> , HCl
Г) H <sub>2</sub>	4) H <sub>2</sub> O, KClO <sub>3</sub> , S
	5) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , CaCl <sub>2</sub>

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.

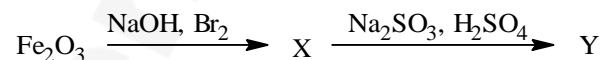
РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ
А) $\text{NaOH}_{(p-p)} + \text{ZnO}$	1) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{O}$
Б) $\text{NaOH}_{(тв)} + \text{ZnO}$	2) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2$
В) $\text{Na}_2\text{O} + \text{ZnO}$	3) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
Г) $\text{NaOH}_{(p-p)} + \text{Zn}$	4) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$
	5) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	6) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

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)  $\text{Na}_2\text{O}_2$
- 2)  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$
- 3) Fe
- 4)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- 5)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

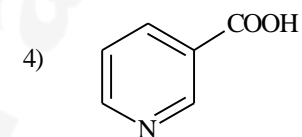
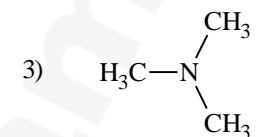
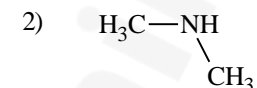
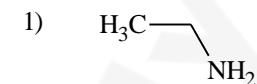
X	Y

**10** Установите соответствие между классом вещества и его структурной формулой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

КЛАССЫ ВЕЩЕСТВ

- А) первичный амин
- Б) вторичный амин
- В) третичный амин

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

**11** Из предложенного перечня выберите два вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу.

- 1) масляная кислота
- 2) уксусная кислота
- 3) ацетон
- 4) фруктоза
- 5) глицерин

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня выберите **все** вещества, которые могут вступать в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра(I).

- 1) уксусная кислота
- 2) муравьиная кислота
- 3) ацетилен
- 4) дивинил
- 5) гептин-3

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с соляной кислотой образуются соли.

- 1) анилин
- 2) аланин
- 3) тринитроглицерин
- 4) триолеат глицерина
- 5) глюкоза

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

--	--

14

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

РЕАКЦИЯ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) гидратация бутина-2	1) 1,3,5-триметилбензол
Б) мягкое окисление дивинила	2) бутанон
В) гидратация бутина-1	3) бутантетраол-1,2,3,4
Г) окисление бутанола-1	4) бутаналь
	5) гексадиен-2,4
	6) бутин-2

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) формальдегид и фенол	1) фенолформальдегидная смола
Б) уксусная кислота и хлор	2) ацетон
В) изопропанол и $KMnO_4$	3) $\alpha$ -хлоруксусная кислота
Г) уксусная кислота и изопропиловый спирт	4) пропилацетат
	5) изопропилацетат
	6) метилбензоат

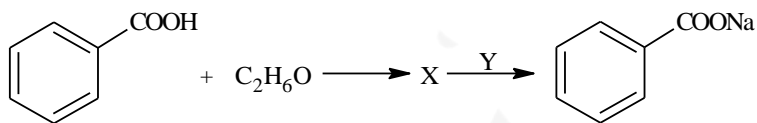
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г

16

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) бензилэтиловый эфир
- 2) гидроксид натрия
- 3) этилбензоат
- 4) стирол
- 5) оксид калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Из предложенного перечня выберите **все** пары веществ, реакции между которыми **не являются** окислительно-восстановительными.

- 1) сернистый газ и оксид натрия
- 2) сероводород и кислород
- 3) нитрид кальция и вода
- 4) оксид железа(III) и щелочной раствор брома
- 5) медь и разбавленная азотная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

18

Из предложенного перечня выберите **все** пары веществ, скорость реакции в каждой из которых **не зависит** от изменения давления.

- 1) ацетилен и водород
- 2) водород и азот
- 3) ацетат натрия и гидроксид натрия
- 4) сера и порошок железа
- 5) сульфат натрия и гидроксид бария

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_

19

Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления в данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- A)  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$
- Б)  $\text{HClO} + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$
- В)  $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ  
ОКИСЛИТЕЛЯ

- 1) +6  $\rightarrow$  +4
- 2) +1  $\rightarrow$  -1
- 3) +1  $\rightarrow$  -2
- 4) 0  $\rightarrow$  -2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

20

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

ФОРМУЛА СОЛИ

- A)  $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$
- Б)  $\text{AlCl}_3$
- В)  $\text{RbHSO}_4$
- Г)  $\text{K}_2\text{SO}_4$

УРАВНЕНИЕ КАТОДНОГО  
ПРОЦЕССА

- 1)  $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 2)  $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$
- 3)  $\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Al}$
- 4)  $2\text{H}_2\text{O} - 4\bar{e} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
- 5)  $\text{K}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{K}$
- 6)  $\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Hg}$

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).

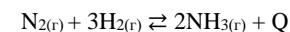
- 1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{Li}_2\text{S}$
- 4)  $\text{HClO}_3$

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) добавление пористого железа
- Б) увеличение давления
- В) охлаждение
- Г) нагревание

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

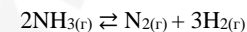
- 1) практически не смещается
- 2) смещается в сторону обратной реакции
- 3) смещается в сторону прямой реакции

Ответ:

А	Б	В	Г

23

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



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом равновесные концентрации аммиака и азота составили 0,2 и 0,6 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию  $\text{H}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{NH}_3$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

24

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

ВЕЩЕСТВА

- А) железо и натрий  
 Б) хлорид калия и соляная кислота  
 В) углекислый газ и бутан  
 Г) гидроксид лития и гидроксид натрия

РЕАГЕНТ

- 1) холодный концентрированный раствор азотной кислоты  
 2) ортофосфорная кислота  
 3) раствор гидрокарбоната кальция  
 4) бромид натрия  
 5) гидроксид бария

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

Ответ:

А	Б	В	Г

25

Установите соответствие между мономером и его полимером: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

МОНОМЕР

- А) терефталевая кислота  
 Б) тетрафторэтилен  
 В) капролактam

ПОЛИМЕР

- 1) капрон  
 2) полиметилметакрилат  
 3) тефлон  
 4) лавсан

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

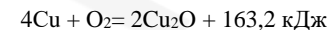
26

Из 110 г раствора поваренной соли с массовой долей 15% выпарили 30 г воды. Определите массовую долю соли в полученном растворе. (Запишите число с точностью до десятых).

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

27

Согласно термодимическому уравнению реакции:



В результате реакции выделилось 244,8 кДж тепла. Сколько грамм металла вступило в реакцию? (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

28

Вычислите массу азота, который выделится при полном разложении 38 г дихромата аммония. (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:

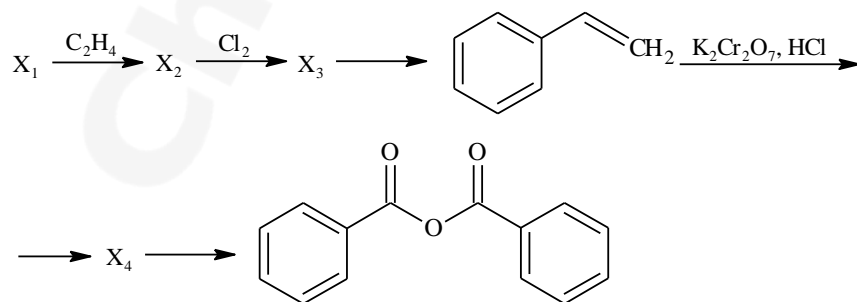
ацетат натрия, хлор, бром, гидроксид калия, серная кислота, гидрокарбонат кальция, нитрат хрома(III). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29 Из предложенного перечня выберите темную жидкость, пары которой ядовиты, и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, которая сопровождается образованием яркоокрашенного раствора соли, являющейся сильным окислителем. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30 Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми проходит с изменением цвета раствора и выпадением осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Бертолетову соль нагрели с веществом, которое было получено при сплавлении ортофосфата кальция с коксом и песком. Полученное вещество растворили в избытке щелочи. При добавлении в образовавшийся раствор нитрата одновалентного металла наблюдали выпадение ярко-желтого осадка. 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 54,48% хлора, 42,96% углерода и 2,56% водорода по массе. Относительная плотность этого вещества по азоту равна 6,982. Вещество А может реагировать с водным раствором гидроксида бария, при этом образуется соль Б, при прокаливании которой образуется дифенилкетон. На основании данных условия задачи:

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

34 Смесь хлорида бария и гидроксида бария растворили в воде. Полученный раствор разлили по трём колбам. К 635 г раствора в первой колбе добавили избыток раствора серной кислоты. При этом образовалось 167,4 г осадка. К 111 г раствора во второй колбе добавили 128 г раствора соляной кислоты с массовой долей 20 %, в результате чего массовая доля кислоты в растворе уменьшилась вдвое. Вычислите массовую долю хлорида бария и гидроксида бария в растворе в третьей колбе.

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



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



**Часть 1**  
**Ответы к заданиям**

№ задания	Ответ
1	*35
2	341
3	*35
4	*13
5	795
6	54
7	4531
8	6543
9	24
10	123
11	*34
12	*123
13	*12
14	2324
15	1325
16	32
17	*13
18	*345
19	422
20	6111
21	3124
22	1332
23	54
24	1352
25	431
26	20,6
27	384
28	4,2

\* 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:

ацетат натрия, хлор, бром, гидроксид калия, серная кислота, гидрокарбонат кальция, нитрат хрома(III). Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

**29**

Из предложенного перечня выберите темную жидкость, пары которой ядовиты, и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, которая сопровождается образованием яркоокрашенного раствора соли, являющейся сильным окислителем. 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: $2\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Br}_2 + 16\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KNO}_3 + 6\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+6} \quad   \quad 2$ $\text{Br}_2^0 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{Br}^- \quad   \quad 3$ $\text{Cr}^{+3}$ (или $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ ) является восстановителем $\text{Br}_2^0$ является окислителем	
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 вещества, реакция ионного обмена между которыми проходит с изменением цвета раствора и выпадением 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: $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KNO}_3$ $\text{Cr}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 3\text{K}^+ + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{K}^+ + 3\text{NO}_3^-$ $\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена • записано полное и сокращённое ионное уравнение реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

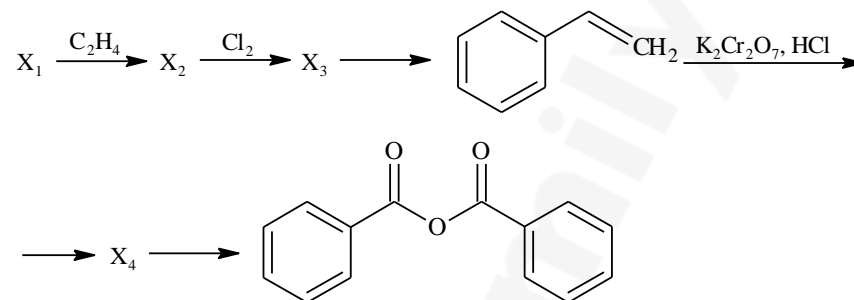
31

Бертолетову соль нагрели с веществом, которое было получено при сплавлении ортофосфата кальция с коксом и песком. Полученное вещество растворили в избытке щелочи. При добавлении в образовавшийся раствор нитрата одновалентного металла наблюдали выпадение ярко-желтого осадка. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

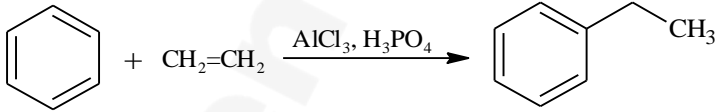
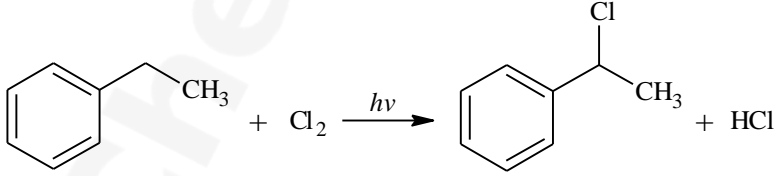
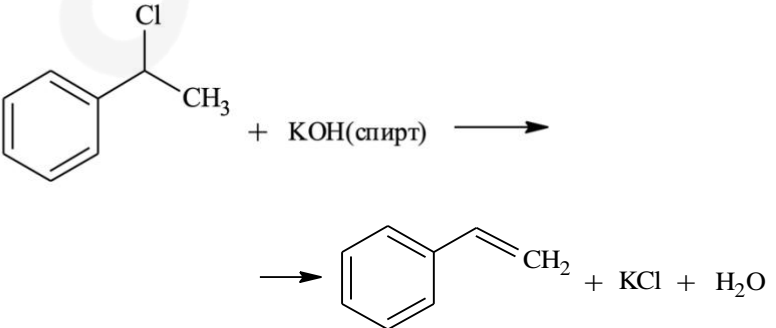
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{SiO}_2 + 5\text{C} \rightarrow 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}$ 2) $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} \rightarrow 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5$ 3) $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 + 3\text{NaNO}_3$	
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

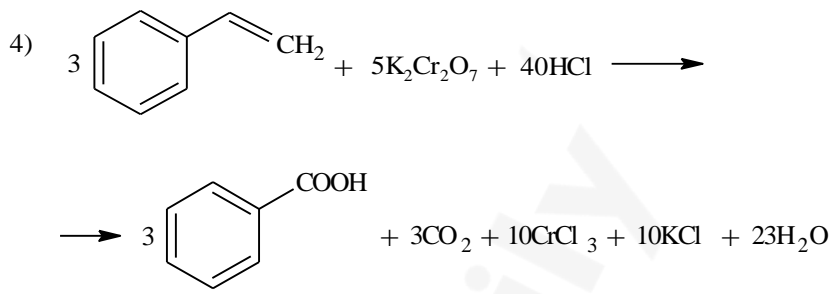
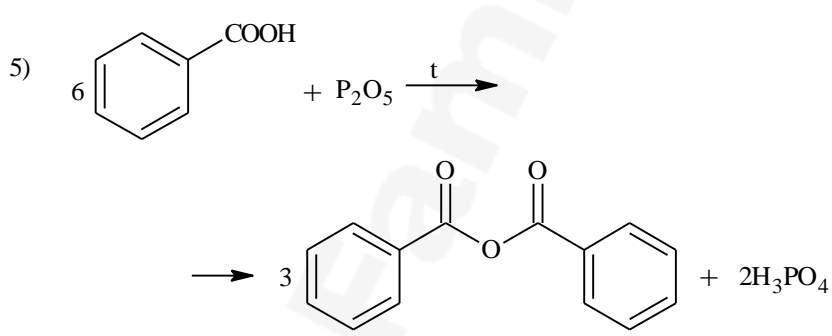
32

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)																
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Правильно записаны пять уравнений реакции</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Правильно записаны четыре уравнения реакций</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Правильно записаны три уравнения реакций</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Правильно записаны два уравнения реакций</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Правильно записано одно уравнение реакции</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Все элементы ответа записаны неверно</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	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	
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															

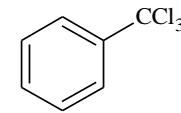
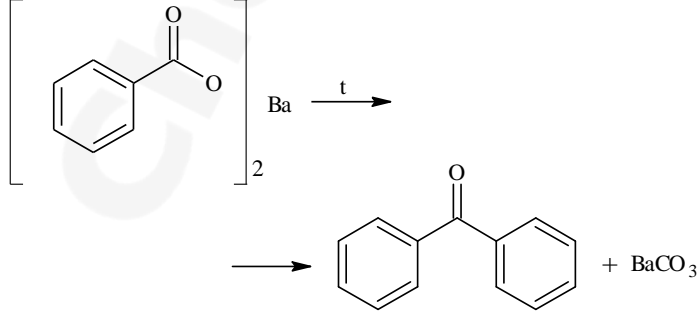
*Примечание.* Допустимо использование структурных формул разных видов (развёрнутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

33

Органическое вещество А содержит 54,48% хлора, 42,96% углерода и 2,56% водорода по массе. Относительная плотность этого вещества по азоту равна 6,982. Вещество А может реагировать с водным раствором гидроксида бария, при этом образуется соль Б, при прокаливании которой образуется дифенилкетон.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции прокаливании вещества Б (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>Находим количественный состав образца:                      Молекулярная формула вещества А – <math>C_xH_yCl_z</math>  <math>M_A = D_{N_2} \cdot M_{N_2} = 6,982 \cdot 28 = 195,5</math> г/моль                      Допустим, имеется 100 г вещества А, тогда  <math>m(C) = 195,5 \cdot 0,4296 = 83,99</math> г  <math>m(H) = 195,5 \cdot 0,0256 = 5</math> г  <math>m(Cl) = 195,5 \cdot 0,5448 = 106,51</math> г  <math>n(C) = 83,99 / 12 = 7</math> моль  <math>n(H) = 5 / 1 = 5</math> моль  <math>n(Cl) = 106,51 / 35,5 = 3</math> моль  <math>n(C) : n(H) : n(Cl) = 7 : 5 : 3</math></p> <p>Элементарная формула: <math>C_7H_5Cl_3</math>                      Т.к. молярная масса вещества А 195,5 г/моль, то молекулярная формула вещества А – <math>C_7H_5Cl_3</math></p> <p>Структурная формула вещества А:</p>  <p>Уравнение реакции прокаливании вещества Б:</p> 	
<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 связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле в</li> </ul>	3

соответствии с условием задания; • с использованием структурной формулы органического вещества записано уравнение реакции, на которую даётся указание в условии задания	
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответ	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

34

Смесь хлорида бария и гидроксида бария растворили в воде. Полученный раствор разлили по трём колбам. К 635 г раствора в первой колбе добавили избыток раствора серной кислоты. При этом образовалось 167, 4 г осадка. К 111 г раствора во второй колбе добавили 128 г раствора соляной кислоты с массовой долей 20 %, в результате чего массовая доля кислоты в растворе уменьшилась вдвое. Вычислите массовую долю хлорида бария и гидроксида бария в растворе в третьей колбе.

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

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа:</p> <p>Записаны уравнения реакций:</p> <p>1) <math>\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}</math></p> <p>2) <math>\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>3) <math>\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Найдем количество прореагировавшей соляной кислоты:</p> $\omega_2(\text{HCl}) = \omega_1(\text{HCl}) : 2 = 0,2 : 2 = 0,1$ $m_{\text{конеч р-ра HCl}} = m_{\text{р-ра HCl}} + m_{\text{р-ра исх HCl}} = 111 + 128 = 239 \text{ г}$ $m_{\text{в конеч HCl}} = \omega_2(\text{HCl}) \cdot m_{\text{конеч р-ра HCl}} = 0,1 \cdot 239 = 23,9 \text{ г}$ $m_{\text{в исх HCl}} = \omega_1(\text{HCl}) \cdot m_{\text{р-ра исх HCl}} = 0,2 \cdot 128 = 25,6 \text{ г}$ $m_{\text{реак HCl}} = m_{\text{в исх HCl}} - m_{\text{в конеч HCl}} = 25,6 - 23,9 = 1,7 \text{ г}$ $n_{\text{реак HCl}} = m_{\text{реак HCl}} : M(\text{HCl}) = 1,7 : 36,5 = 0,05 \text{ моль}$ <p>Согласно уравнению 3, так как HCl в избытке:</p> $n_{\text{реак HCl}} = 2n_3(\text{Ba}(\text{OH})_2)$ <p>Следовательно:</p> $n_3(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n_{\text{реак HCl}} : 2 = 0,05 : 2 = 0,025 \text{ моль}$ $m_{\text{в II к Ba}(\text{OH})_2} = n_3(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,025 \cdot 171 = 4,275 \text{ г}$ <p>Так как отношение количеств растворенных веществ к общей массе раствора одинаково для каждой колбы:</p> $\omega_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} = \omega_{\text{II к Ba}(\text{OH})_2} = \omega_{\text{III к Ba}(\text{OH})_2}$	

$\omega_{\text{I к BaCl}_2} = \omega_{\text{II к BaCl}_2} = \omega_{\text{III к BaCl}_2}$ $\omega_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} = \omega_{\text{II к Ba}(\text{OH})_2} = m_{\text{в II к Ba}(\text{OH})_2} : m_{\text{р-ра исх II к}} = 4,275 : 111 = 0,0385$ $m_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} = \omega_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} \cdot m_{\text{р-ра исх I к}} = 0,0385 \cdot 635 = 24,45 \text{ г}$ $n_2(\text{Ba}(\text{OH})_2) = m_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} : M(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 24,45 : 171 = 0,14 \text{ моль}$ <p>Согласно уравнению 2:</p> $n_2(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n_2(\text{BaSO}_4)$ $m_2(\text{BaSO}_4) = n_2(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 233 \cdot 0,14 = 32,62 \text{ г}$ $m_1(\text{BaSO}_4) = m_{\text{осадок BaSO}_4} - m_2(\text{BaSO}_4) = 167,4 - 32,62 = 134,78 \text{ г}$ $n_1(\text{BaSO}_4) = m_1(\text{BaSO}_4) : M(\text{BaSO}_4) = 134,78 : 233 = 0,58 \text{ моль}$ <p>Согласно уравнению 1:</p> $n_1(\text{BaSO}_4) = n_1(\text{BaCl}_2)$ $m_{\text{I к BaCl}_2} = n_1(\text{BaCl}_2) \cdot M(\text{BaCl}_2) = 0,58 \cdot 208 = 120,64 \text{ г}$ $\omega_{\text{I к BaCl}_2} = m_{\text{I к BaCl}_2} : m_{\text{р-ра исх I к}} = 120,64 : 635 = 0,19$ $\omega_{\text{III к BaCl}_2} = \omega_{\text{I к BaCl}_2} = 0,19 \rightarrow 19\%$ $\omega_{\text{III к Ba}(\text{OH})_2} = \omega_{\text{I к Ba}(\text{OH})_2} = 0,0385 \rightarrow 3,85\%$	
<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.