

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

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

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

Ответом к заданиям части 1 является последовательность цифр или число. Ответ запишите по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

Последовательность цифр в заданиях 1–25 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

КИМ Ответ:

3	5
---	---

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

 Бланк

Ответ:

X	Y
4	2

18	4	2																	
----	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: 3,4

27	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, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25 могут повторяться.

- 1 Из указанных в ряду химических элементов выберите два элемента, атомы которых в возбужденном состоянии не содержат валентных электронов на трех подуровнях:

1) I 2) Ge 3) S 4) Tl 5) Sb

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2 Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, находящихся в главной подгруппе одной группы Периодической системы Д.И. Менделеева.

Расположите выбранные элементы в порядке усиления кислотных свойств образованных ими водородных соединений.

1) S 2) Mg 3) F 4) Cl 5) I

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

- 3 Из числа указанных в ряду химических элементов выберите два элемента, в водородных соединениях которых атомное соотношение между элементами равно 1:3.

1) Ca 2) P 3) Al 4) Xe 5) Rb

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

4 Из предложенного перечня выберите два соединения, для которых прочность связи в молекуле наименьшая.

- 1) HF
- 2) HCl
- 3) HI
- 4) HBr
- 5) N₂

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

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

1 Cs ₂ O	2 N ₂ O	3 ZnO ₂
4 CO	5 F ₂ O	6 MnO ₂
7 MgO	8 KO ₂	9 CrO ₃

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 В двух пробирках находится раствор гидрокарбоната калия. В первую пробирку добавили раствор вещества X, в результате чего наблюдали только выделение газа. Во вторую пробирку добавили раствор вещества Y, при этом наблюдали образование осадка и выделение газа. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) хлорид аммония
- 2) кислород
- 3) соляная кислота
- 4) йодид алюминия
- 5) оксид углерода(II)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7 Установите соответствие между названием вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А) бромид аммония
- Б) натрий
- В) гидроксид бария
- Г) азотная кислота

РЕАГЕНТЫ

- 1) Br₂, CaO, K₂SO₄
- 2) KOH, AgNO₃, Ca(OH)₂
- 3) CO₂, HCl, Na₃PO₄
- 4) S, C, Pb
- 5) Cl₂, S, H₂O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8

Установите соответствие между растворами исходных веществ и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{NaHSO}_3(\text{изб.}) + \text{Ba}(\text{OH})_2$
 Б) $\text{NaHSO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{изб.})$
 В) $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH}(\text{изб.})$
 Г) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{изб.})$

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) средняя соль + гидроксид + вода
 2) гидроксид + кислая соль
 3) вода + средняя соль
 4) средняя соль + средняя соль + вода
 5) основная соль + кислая соль
 6) гидроксид + вода
 7) реакция не идет

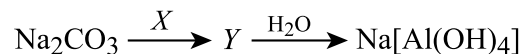
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) оксид алюминия
 2) хлорид алюминия
 3) фторид алюминия
 4) алюминат натрия
 5) карбонат алюминия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

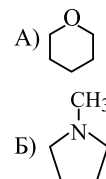
Ответ:

X	Y

10

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

ВЕЩЕСТВО



КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- 1) циклоалканы
 2) простые эфиры
 3) первичные амины
 4) вторичные амины
 5) третичные амины
 6) сложные эфиры

В) циклогексиламин

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11

Из предложенного перечня соединений выберите два таких, которые являются структурными изомерами.

- 1) бутаналь
 2) изопропиловый спирт
 3) пропионовый альдегид
 4) 2-метилпропаналь
 5) бутанол-1

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня превращений выберите все такие, которые могут быть осуществлены в одну стадию.

- 1) $C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH$
- 2) $C_2H_5Cl \rightarrow C_2H_5OH$
- 3) $CH_3COOH \rightarrow CH_3COOC_6H_5$
- 4) $CH_3COOH \rightarrow CH_3CH_2OH$
- 5) $C_2H_5OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных превращений.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует аминокислота.

- 1) аланин
- 2) водород
- 3) метиловый спирт
- 4) толуол
- 5) диэтиловый эфир

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

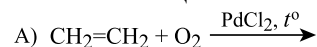
--	--

14

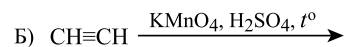
Установите соответствие между схемой превращения углеводорода и методом воздействия, с помощью которого данное превращение можно осуществить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ПРОДУКТ (-Ы)



1) пропановая кислота и уксусная кислота



2) углекислый газ



3) пропановая кислота и углекислый газ



4) ацетальдегид

5) уксусная кислота

6) этиленгликоль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

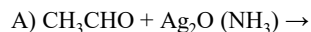
А	Б	В	Г

15

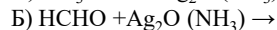
Установите соответствие между исходными веществами и продуктом, который образуется в результате реакции между ними: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

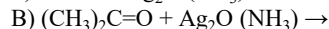
ПРОДУКТ РЕАКЦИИ



1) не взаимодействуют



2) ацетат аммония



3) ацетат серебра



4) карбонат аммония

5) изопропанол

6) пропионат аммония

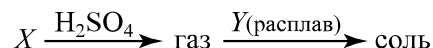
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) этаноат калия
- 2) гидроксид натрия
- 3) бензоат калия
- 4) метаноат бария
- 5) гидроксид алюминия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Установите соответствие между химической реакцией и типами реакций, к которым она относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ТИПЫ РЕАКЦИЙ

- A) нейтрализации
- Б) этерификации
- В) окисления

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

- 1) CuO и HCl
- 2) Cu(OH)₂ и CH₃COH
- 3) CH₃OH и HCOOH
- 4) Cu(OH)₂ и HNO₃

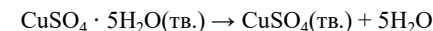
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

18

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите все воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции:



- 1) добавление кварцевого песка
- 2) охлаждение системы
- 3) повышение температуры
- 4) измельчение исходного вещества
- 5) добавление воды

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством выделенного в ней химического элемента: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- A) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Cl}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- Б) $3\text{Cl}_2 + 6\text{OH}^- = \text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- В) $2\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + \text{SO}_3^{2-} = 2\text{MnO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-}$

СВОЙСТВО ЭЛЕМЕНТА

- 1) не проявляет окислительно-восстановительных свойств
- 2) окислитель
- 3) восстановитель
- 4) и окислитель, и восстановитель

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В

20

Установите соответствие между веществом и процессом, происходящим на катоде при электролизе его водного раствора с инертными электродами: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- A) CH₃COONa
- Б) Al₂(SO₄)₃
- В) HI

ПРОЦЕСС НА КАТОДЕ

- 1) $2\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2^0$
- 2) $2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{C}_2\text{H}_6$
- 3) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0 + 2\text{OH}^-$
- 4) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}^0$
- 5) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

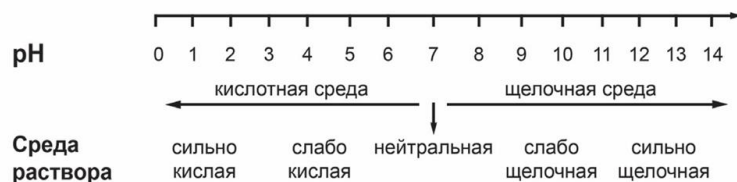
A	Б	В

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



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

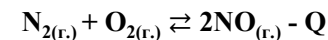
- 1) сульфат цинка
- 2) сульфат натрия
- 3) гидрокарбонат натрия
- 4) гидросульфат калия

Запишите номера веществ в порядке убывания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между видом воздействия на равновесную систему и направлением смещения химического равновесия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО
РАВНОВЕСИЯ

- А) охлаждение системы
- Б) добавление оксида азота(II)
- В) уменьшение объема реакционного сосуда
- Г) уменьшение давления

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

23

В замкнутый реактор поместили смесь йодоводорода, водорода, паров йода и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в системе установилось равновесие. При этом исходные концентрации йодоводорода, водорода и паров йода были равны 0,7 моль/л, 0,7 моль/л и 0,25 моль/л, а равновесная концентрация паров йода - 0,15 моль/л. соответственно.

Определите равновесные концентрации йодоводорода (X) и водорода (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,75 моль/л
- 2) 0,60 моль/л
- 3) 0,85 моль/л
- 4) 0,40 моль/л
- 5) 0,65 моль/л
- 6) 0,90 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

X	Y

Ответ:

- 24 Установите соответствие между реагентами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГЕНТЫ

- А) сахароза(р-р) и H_2SO_4 (1%-ный р-р)
 Б) глюкоза и Br_2 (0,1%-ный р-р)
 В) триолеат глицерина и водород (Ni)
 Г) HNO_3 (конц.) и бензальдегид

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выделение газа
 2) образование черного осадка
 3) поглощение газа
 4) нет видимых признаков
 5) обесцвечивание раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

- 25 Установите соответствие между областью применения и веществом, которое используется в этой области: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- А) производство отбеливателей
 Б) получение удобрений
 В) сварка и резка металлов

ВЕЩЕСТВО

- 1) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 2) CO
 3) C_2H_2
 4) Cl_2
 5) NH_3

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В

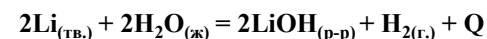
Ответом к заданиям 26–28 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными 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 ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

- 26 Смешали 30%-ный и 10%-ный раствор серной кислоты, в результате чего было получено 50 г 23%-ного раствора кислоты. Какую массу 30%-ной серной кислоты использовали для этого?

(Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

- 27 Взаимодействие лития с водой происходит согласно термохимическому уравнению:



При образовании 24 г гидроксида лития выделилось 204 кДж энергии. Рассчитайте объем выделившегося водорода (н.у.), если при этом выделилось 51 кДж энергии. (Запишите ответ с точностью до десятых)

Ответ: _____ л.

- 28 Рассчитайте объем (в литрах) сероводорода (н.у.), необходимый для получения 16 г серы по реакции с бромом, если выход реакции равен 85%. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ л.



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.

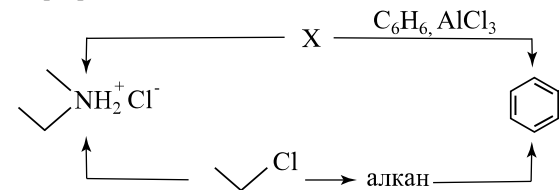
Для выполнения задания 29, 30 используйте следующий перечень веществ: гидроксид натрия, дихромат аммония, белый фосфор, перманганат натрия, хлорид алюминия, карбонат натрия. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 29** Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми в соответствующей среде протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся образованием двух кислых солей и нерастворимого оксида. В качестве среды для протекания реакции можно использовать воду или вещество, приведённое в перечне. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена, протекающая с выделением газа, но без образования осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной возможной реакции.

- 31** Через раствор, содержащий перманганат калия, пропустили избыток сероводорода. Образовавшийся раствор отделили от осадка и добавили к раствору сульфата алюминия. Образовавшийся осадок добавили к раствору гидроксида калия. В результате чего наблюдали его растворение. К полученному раствору добавили раствор хлорида цинка, в результате чего наблюдали образование белого аморфного осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

- 33** При сгорании 11,7 г органического вещества А получили 6,72 л углекислого газа (н. у.), 6,9 г карбоната калия и 3,6 г воды. Известно, что заместители в структуре вещества А максимально удалены друг от друга. При нагревании вещества А с гидроксидом калия образуется вещество Б, молекула которого содержит только вторичные атомы углерода и не содержит π-связей.

На основании данных условия задачи:

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

- 34** Смесь железной окалины и пирита, в которой отношение числа атомов железа к числу атомов кислорода равно 7 к 8 соответственно, растворили в избытке концентрированной серной кислоты. Пять седьмых части полученного раствора добавили в избыток раствора гидроксида калия, после чего полученный осадок был промыт, отфильтрован и высушен. Далее осадок подвергли прокаливанию, и в результате был получен твердый остаток массой 4 г. Рассчитайте объём газа, выделившегося из раствора, полученного растворением смеси пирита и железной окалины в концентрированной серной кислоте.

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.

Система оценивания экзаменационной работы по химии

Часть 1

Правильное выполнение каждого из заданий 1-5, 9-13, 16-21, 25-28 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа. В ответах на задания 1, 3, 4, 11, 12, 13, 18 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 6, 7, 8, 14, 15, 22, 23, 24 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. Выставляется 1 балл, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	24	15	2414
2	345	16	42
3	23	17	432
4	34	18	34
5	693	19	242
6	34	20	335
7	2534	21	3214
8	4133	22	2233
9	14	23	62
10	253	24	4531
11	14	25	453
12	25	26	32,5
13	13	27	2,8
14	4226	28	13,2

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 задания 29, 30 используйте следующий перечень веществ: гидроксид натрия, дихромат аммония, белый фосфор, перманганат натрия, хлорид алюминия, карбонат натрия. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми в соответствующей среде протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся образованием двух кислых солей и нерастворимого оксида. В качестве среды для протекания реакции можно использовать воду или вещество, приведённое в перечне. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $3\text{P} + 5\text{NaMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 5\text{MnO}_2$ $\text{P}^0 - 5\text{e}^- \rightarrow \text{P}^{+5} \quad \cdot 3$ $\text{Mn}^{+7} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+4} \quad \cdot 5$ фосфор является восстановителем; марганец в степени окисления +7 (или перманганат натрия) - 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
Максимальный балл	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 вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена, протекающая с выделением газа, но без образования осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной возможной реакции.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{NH}_3\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NH}_4^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- = 4\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{NH}_3\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NH}_4^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{NH}_3\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена; • записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакции	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

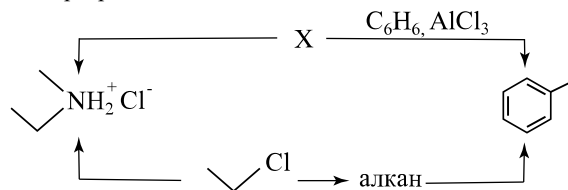
31

Через раствор, содержащий перманганат калия, пропустили избыток сероводорода. Образовавшийся раствор отделили от осадка и добавили к раствору сульфата алюминия. Образовавшийся осадок добавили к раствору гидроксида калия, В результате чего наблюдали его растворение. К полученному раствору добавили раствор хлорида цинка, в результате чего наблюдали образование белого аморфного осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{S} = 2\text{KHS} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$ 2) $6\text{KHS} + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{S}$ 3) $\text{KOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 4) $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{ZnCl}_2 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{KCl}$	
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 указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

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.

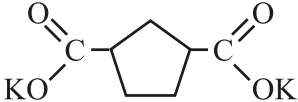
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\overset{+}{\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}}\text{H}_2\text{Cl}^-$ $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{C}_6\text{H}_6 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HCl}$ $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow[\text{t}^0]{\text{Cr}_2\text{O}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 4\text{H}_2$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{Cl}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3 + 2\text{Na} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{14} + 2\text{NaCl}$ $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\overset{+}{\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}}\text{H}_2\text{Cl}^-$	
Правильно записаны пять уравнений реакций	5
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записаны одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	5

33

При сгорании 11,7 г органического вещества А получили 6,72 л углекислого газа (н. у.), 6,9 г карбоната калия и 3,6 г воды. Известно, что заместители в структуре вещества А максимально удалены друг от друга. При нагревании вещества А с гидроксидом калия образуется вещество Б, молекула которого содержит только вторичные атомы углерода и не содержит π -связей.

На основании данных условия задачи:

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

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Решение:</p> $n(\text{CO}_2) = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 6,9/138 = 0,05 \text{ моль}$ $n(\text{C})_{\text{общ}} = 0,3 + 0,05 = 0,35 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{C}) = 12 \cdot 0,35 = 4,2 \text{ г}$ $n(\text{K}) = 2n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{K}) = 39 \cdot 0,1 = 3,9 \text{ г}$ $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 3,6/18 = 0,4 \text{ моль}$ $m(\text{H}) = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ г}$ $m(\text{O}) = 11,7 \text{ г} - 4,2 \text{ г} - 3,9 \text{ г} - 0,4 \text{ г} = 3,2 \text{ г}$ $n(\text{O}) = 3,2/16 = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{K}):n(\text{O}) = 0,35:0,4:0,1:0,2 = 3,5:4:1:2 = 7:8:2:4$ <p>Следовательно, простейшая формула соединения А – $\text{C}_7\text{H}_8\text{K}_2\text{O}_4$</p> <p>Молекулярная формула вещества А:</p> 	

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Уравнение реакции вещества А с гидроксидом калия:</p> 	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правильно произведены вычисления, необходимые установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества; • записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связи 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
Максимальный балл	3

34

Смесь железной окалины и пирита, в которой отношение числа атомов железа к числу атомов кислорода равно 7 к 8, растворили в избытке концентрированной серной кислоты. Пять седьмых части полученного раствора добавили в избыток раствора гидроксида калия, после чего полученный осадок был промыт, отфильтрован и высушен. Далее осадок подвергли прокаливанию, и в результате был получен твердый остаток массой 4 г.

Рассчитайте объём газа, выделившегося из раствора, полученного растворением смеси пирита и железной окалины в концентрированной серной кислоте.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Записаны уравнения реакций:</p> <p>I. $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$</p> <p>II. $2\text{FeS}_2 + 14\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 15\text{SO}_2\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$</p> <p>III. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$</p> <p>IV. $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Обозначены количества в исходной смеси железной окалины и пирита за x и y моль соответственно.</p> $\frac{N(\text{Fe})}{N(\text{O})} = \frac{7}{8} = \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{O})}$ $n(\text{Fe}) = 3n(\text{Fe}_3\text{O}_4) + n(\text{FeS}_2)$ $n(\text{O}) = 4n(\text{Fe}_3\text{O}_4)$ <p>Составлено уравнение:</p> $\frac{3x + y}{4x} = \frac{7}{8}$ $4x \cdot 7 = (3x + y) \cdot 8$ $28x = 24x + 8y$ $4x = 8y$ $x = 2y$ <p>Найдено количество твердого остатка:</p> $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{4}{160} = 0,025 \text{ моль,}$ <p>Исходя из уравнений III и IV</p> $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,025 \text{ моль,}$ $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)_{\text{исх}} = 0,025 : (5/7) = 0,035 \text{ моль.}$ <p>Согласно уравнениям I и II $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)_{\text{исх}} = 1,5x + 0,5y = 0,035$</p> $1,5 \cdot 2y + 0,5y = 0,035$ $3,5y = 0,035$ $y = 0,01, \text{ следовательно } x = 0,02$	

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,02 \text{ моль, } n(\text{FeS}_2) = 0,01 \text{ моль}$ Таким образом рассчитаны количество и объём сернистого газа $n(\text{SO}_2) = 0,5 \cdot 0,02 + 7,5 \cdot 0,01 = 0,085 \text{ моль}$ $V(\text{SO}_2) = 0,085 \cdot 22,4 = 1,904 \text{ л}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <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 которой проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина 	4
Правильно записаны четыре элемента ответа	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	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.