

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.

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

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

При выполнении работы используйте Периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева, таблицу растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимический ряд напряжений металлов. Эти сопроводительные материалы прилагаются к тексту работы.

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ответом к заданиям 1–25 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 7, 8, 10, 14, 15, 19, 20, 22–25 могут повторяться.

- 1** Определите, наиболее распространенные изотопы каких элементов содержат одинаковое число нейтронов.

1) Ti 2) Mg 3) Si 4) Al 5) V

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов

Ответ:

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три таких, которые в периодической таблице находятся в одном периоде.

Расположите эти три элемента в порядке увеличения металлических свойств.

1) V 2) Br 3) S 4) As 5)

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

- 3** Из числа указанных в ряду элементов выберите два таких, которые в соответствующих водородных соединениях проявляют валентность, равную IV.

1) N 2) C 3) Ge 4) P 5) A

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов

Ответ:

4

Из предложенного перечня соединений выберите два таких, в которых присутствует ковалентная связь, образованная по донорно-акцепторному механизму.

- 1) CH_3CHO
- 2) CH_3NH_2
- 3) $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 4) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Br}$
- 5) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5

Среди предложенных формул и названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулу или название, соответствующее:

- А) одноосновной кислоте;
- Б) амфотерному оксиду;
- В) щёлочи.

1 ZnO	2 гидроксид магния	3 сероводородная кислота
4 хромовая кислота	5 CaC_2	6 CaO
7 CsOH	8 метафосфорная кислота	9 NO

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

--	--	--

6

К раствору гидроксида бария добавили раствор вещества X , что привело к образованию раствора, практически не содержащего сильных электролитов. К раствору бромида алюминия добавили избыток раствора вещества Y , что сопровождалось образованием осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y , которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) нитрат аммония
- 2) хлороводород
- 3) гидроксид калия
- 4) сульфат меди(II)
- 5) аммиак

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

--	--

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.

ВЕЩЕСТВО

- А) углекислый газ
- Б) гидросульфит калия
- В) кальций
- Г) гидроксид стронция

РЕАГЕНТЫ

- 1) HI(p-p) , KOH , $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 2) CsOH , H_2 , NaF
- 3) Na_2SO_3 , KHCO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- 4) H_2SO_4 , K_2CO_3 , Rn
- 5) S , N_2 , H_2
- 6) NaOH , Mg , $\text{C}_{(\text{аморф.})}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

--	--	--	--

8

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их возможного взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- A) $\text{N}_2 + \text{KOH(p-p)} \rightarrow$
 Б) $\text{S} + \text{KOH(p-p)} \rightarrow$
 В) $\text{P} + \text{KOH(p-p)} \rightarrow$
 Г) $\text{C} + \text{KOH(p-p)} \rightarrow$

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{K}_2\text{HPO}_2 + \text{PH}_3$
 2) $\text{KNO}_3 + \text{NH}_3$
 3) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
 4) $\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$
 5) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_4$
 6) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3$
 7) $\text{KNO}_2 + \text{NH}_3$
 8) исходные вещества не взаимодействуют

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г
Ответ:				

9

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) серебро
 2) хлорид калия
 3) соляная кислота
 4) нитрат серебра
 5) хлор

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	X	Y
Ответ:		

10

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OOCH}$
 Б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
 В) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCH}_3$

- 1) альдегиды
 2) кетоны
 3) сложные эфиры
 4) карбоновые кислоты
 5) простые эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В
Ответ:			

11

Из предложенного перечня соединений выберите два таких, в молекулах которых все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации.

- 1) анилин
 2) изопрен
 3) полиэтилен
 4) кумол
 5) метилэтиловый эфир

Запишите номера выбранных ответов.

--	--

12

Из предложенного перечня взаимодействий выберите все такие, в результате которых возможно образование бензойной кислоты.

- 1) $C_6H_5\text{-CHO} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) $C_6H_5\text{-CCl}_3 + \text{NaOH}_{(\text{изб.})}$
- 3) $C_6H_5\text{-CHO} + \text{KMnO}_4 + \text{KOH}$
- 4) $C_6H_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 5) $C_6H_5\text{-CHO} + \text{H}_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите две реакции, в ходе которых в качестве конечного продукта не образуются органические соли.

- 1) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{C(O)NHCH(CH}_3\text{)}\text{COOH} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{р-р})}$
- 2) $\text{NO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH(CH}_3\text{)}_2 + \text{Zn} + \text{HCl}$
- 3) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{KNO}_2 + \text{HBr}$
- 4) $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{C(O)NHCH}_2\text{COOH} + \text{Ba(OH)}_2_{(\text{р-р})}$
- 5) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NO}_2)\text{CH(CH}_3\text{)}_2 + \text{Al} + \text{KOH}_{(\text{р-р})}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

14

Установите соответствие между дигалогеналканом и продуктом его взаимодействия со спиртовым раствором щелочи: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ДИГАЛОГЕНАЛКАН

- A) 1,2-дихлорэтан
- Б) 1,2-дихлорпропан
- В) 2,3-дибромбутан
- Г) 2,2-дихлорпропан

ПРОДУКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) пропилен
- 2) бутин-1
- 3) бутин-2
- 4) ацетилен
- 5) пропин
- 6) 2-метилпропен
- 7) циклопропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В	Г

Ответ:

15

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{HCOOH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}_{(\text{изб.})}$ (без t^0)
- Б) $\text{HCOOH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- В) $\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH}$
- Г) $\text{HCOOH} + \text{Cu}(\text{OH})_2$ (t^0)

ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) ацетат серебра
- 2) карбонат аммония
- 3) оксид углерода (IV)
- 4) метилацетат
- 5) метилформиат

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В	Г

Ответ:

16

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) изопропиловый спирт
- 2) формальдегид
- 3) этанол
- 4) ацетон
- 5) метанол
- 6) ацетальдегид

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y

Ответ:

17

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

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

- A) взаимодействие карбida алюминия с соляной кислотой
 Б) крекинг декана
 В) алкилирование бензола пропеном

ТИПЫ РЕАКЦИЙ

- 1) гидратации, присоединения
- 2) замещения, окислительно-восстановительная
- 3) гидролиза, необратимая
- 4) разложения, эндотермическая

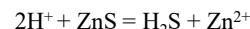
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В

Ответ:

18

Из предложенного перечня воздействий выберите все такие, которые приводят к изменению скорости реакции:



- 1) добавление сульфида цинка
- 2) снижение концентрации катионов цинка в растворе
- 3) пропускание в раствор газообразного хлороводорода
- 4) понижение температуры
- 5) добавление воды

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

Установите соответствие между уравнением реакции и свойством хлора в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- A) $6\text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{Cl}_2 = 5\text{CaCl}_2 +$
 $\quad\quad\quad + \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 Б) $2\text{CuCl} + \text{Br}_2 = \text{CuBr}_2 + \text{CuCl}_2$
 В) $4\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 3\text{KClO}_4$

СВОЙСТВО ХЛОРА

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В

20

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

ВЕЩЕСТВО

- А) Cs_2S
 Б) FeCl_2
 В) K_2SO_4

АНОДНЫЙ ПРОЦЕСС

- 1) $\text{S}^{2-} - 2e^- \rightarrow \text{S}^0$
- 2) $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 3) $2\text{SO}_4^{2-} - 2e^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- 4) $2\text{H}_2\text{O} - 4e^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$
- 5) $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2^0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В

Ответ:

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.

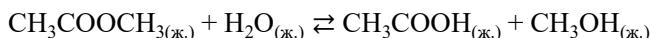
- 1) нитрат аммония
- 2) нитрит натрия
- 3) азотная кислота
- 4) нитрат калия

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 при данном воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

А) повышение давления

Б) увеличение концентрации метанола

В) добавление щелочи

Г) снижение концентрации уксусной кислоты

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

1) в сторону прямой реакции

2) в сторону обратной реакции

3) практически не смещается

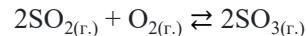
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В	Г

Ответ:

23

В замкнутый реактор, содержащий катализатор, поместили смесь сернистого газа, оксида серы(VI) и кислорода, затем нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в системе установилось равновесие. При этом исходные концентрации сернистого газа и кислорода были равны 0,4 моль/л и 0,6 моль/л, а равновесные концентрации сернистого газа и оксида серы (VI) - 0,5 моль/л и 0,1 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию оксида серы(VI) (X) и равновесную концентрацию кислорода (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,9 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,1 моль/л
- 4) 0,45 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,65 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

X	Y

Ответ:

24

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

ВЕЩЕСТВА

- А) ацетон и этаналь
 Б) уксусная кислота и муравьиная кислота
 В) гексан и бутанол-1
 Г) пропанон и пропанол-2

РЕАКТИВ

- 1) гидроксид калия
 2) хлорид калия
 3) натрий
 4) фенолфталеин
 5) оксид серебра ($\text{NH}_3 \text{ p-p}$)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В	Г

Ответ:

25 Установите соответствие между смесью веществ и способом разделения данной смеси: К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СМЕСЬ

- А) вода и речной песок
 Б) нефть и вода
 В) поваренная соль и вода

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ

- 1) отстаивание и использование делительной воронки
 2) выпаривание
 3) фильтрование
 4) перегонка
 5) действие магнитом

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	Б	В

Ответ:

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 ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

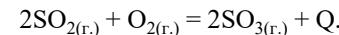
26

Через 5%-ный раствор соляной кислоты массой 200 г пропустили 4,48 л газообразного хлороводорода (н.у.). Хлороводород был поглощен полностью. Рассчитайте концентрацию (в мас. %) соляной кислоты в полученным растворе. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ %.

27

Взаимодействие сернистого газа с кислородом описывается следующим термохимическим уравнением



При образовании 4,8 г оксида серы(VI) выделилось 8,52 кДж энергии. Рассчитайте количество энергии (в кДж), выделяющееся при расходовании 16 г кислорода. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ кДж.

28

Рассчитайте максимальную массу гидроксида алюминия (в г), которую можно получить взаимодействием 57 г сульфата алюминия, содержащего 10% инертных примесей, с раствором гидроксида натрия. (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 цинка, сульфид меди(II), гидроксид железа(II), плавиковая кислота,
бром, гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов
веществ.

29

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся изменением цвета нерастворимого вещества. В качестве среды для проведения 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

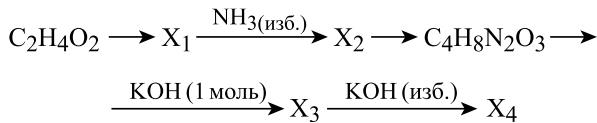
Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, между которыми может протекать реакция ионного обмена, сопровождающаяся образованием осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31

Раствор гидрокарбоната бария смешали с раствором сульфата алюминия. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор силиката натрия, при этом газ поглотился не полностью, а в результате реакции выпал студенистый осадок. Полученный осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Твердый остаток смешали с фосфатом кальция, коксом и подвергли сплавлению.

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 3,5 г органического вещества А образуется 6,16 г углекислого газа, 2,34 мл воды, 224 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А имеет неразветвлённый углеродный скелет, содержит три функциональные группы, при этом положение азотсодержащей группы равноудалено от положений кислородсодержащих групп. Вещество А может реагировать как с гидроксидом бария, так и с бромоводородной кислотой.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (укажите 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 вещества А с избытком гидроксида бария (используйте структурные формулы органических веществ).

34

Белый фосфор массой 18,6 г сожгли в хлоре объёмом 33,6 л (н.у.). При этом реакция прошла со 100%-ным выходом. Полученное твердое вещество при нагревании до 60°C растворили в 1004 г насыщенного раствора гидроксида калия. Вычислите массу соли, выпавшей в осадок после охлаждения полученного раствора до 20°C. Растворимость гидроксида калия при 60°C составляет 147,5 г на 100 г воды, растворимость при 20°C фосфата калия 98,5 г на 100 г воды, хлорида калия 34 г на 100 г воды.

Часть 1

Номер задания	Правильный ответ
1	34
2	241
3	23
4	34
5	817
6	45
7	6153
8	8348
9	54
10	342
11	35
12	14
13	35
14	4535

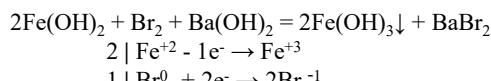
Номер задания	Правильный ответ
15	2353
16	52
17	342
18	345
19	313
20	154
21	2413
22	3211
23	26
24	5533
25	312
26	8,35
27	142
28	23,4

Часть 2

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: ацетат цинка, сульфид меди(II), гидроксид железа(II), плавиковая кислота, бром, гидроксид бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

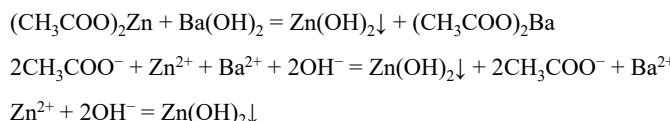
Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает окислительно-восстановительная реакция, сопровождающаяся изменением цвета нерастворимого вещества. В качестве среды для проведения реакции можно использовать воду или вещество, приведённое в перечне. В ответе запишите уравнение только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

Вариант ответа:

железо в степени окисления +2 является восстановителем;
бром в степени окисления 0 (или бром) – окислителем.

30

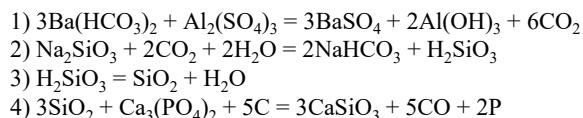
Из предложенного перечня выберите два сильных электролита, между которыми может протекать реакция ионного обмена, сопровождающаяся образованием осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Вариант ответа:

31

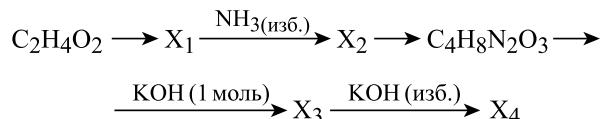
Раствор гидрокарбоната бария смешали с раствором сульфата алюминия. Выделившийся при этом газ пропустили через раствор силиката натрия, при этом газ поглотился не полностью, а в результате реакции выпал студенистый осадок. Полученный осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Твердый остаток смешали с фосфатом кальция, коксом и подвергли сплавлению. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Вариант ответа:



32

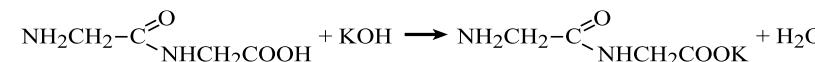
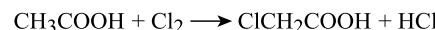
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



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.

Вариант ответа:



33

При сгорании 3,5 г органического вещества А образуется 6,16 г углекислого газа, 2,34 мл воды, 224 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А имеет неразветвленный углеродный скелет, содержит три функциональные группы, при этом положение азотсодержащей группы равноудалено от положений кислородсодержащих групп. Вещество А может реагировать как с гидроксидом бария, так и с бромоводородной кислотой.

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (укажите 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 вещества А с избытком гидроксида бария (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение:

$$n(CO_2) = 6,16/44 = 0,14 \text{ моль}$$

$$n(C) = n(CO_2) = 0,14 \text{ моль} \Rightarrow m(C) = 0,14 \cdot 12 = 1,68 \text{ г}$$

$$n(H_2O) = 2,34/18 = 0,13 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 0,13 = 0,26 \text{ моль} \Rightarrow m(H) = 0,26 \cdot 1 = 0,26 \text{ г}$$

$$n(N_2) = 0,224/22,4 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(N) = 2n(N_2) = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow m(N) = 0,02 \cdot 14 = 0,28 \text{ г}$$

$$m(O) = 3,5 \text{ г} - 1,68 \text{ г} - 0,26 \text{ г} - 0,28 \text{ г} = 1,28 \text{ г}$$

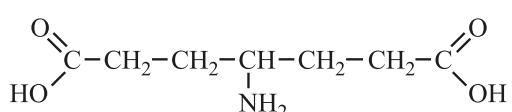
$$n(O) = 1,28/16 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(C):n(H):n(N):n(O) = 0,14:0,26:0,02:0,08 = 7:13:1:4$$

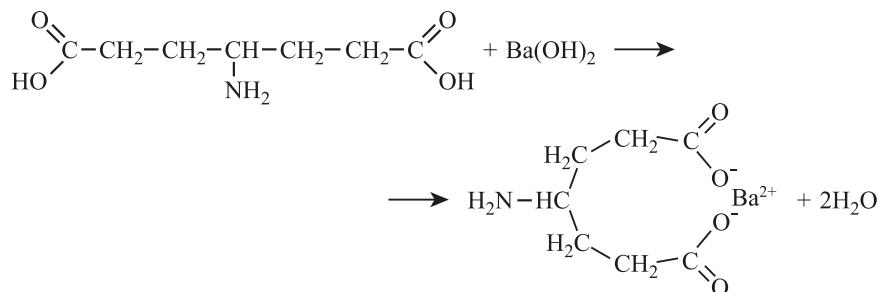
⇒ простейшая формула $C_7H_{13}NO_4$

1) молекулярная формула – $C_7H_{13}NO_4$

2) структурная формула:



3) уравнение реакции вещества А с избытком гидроксида бария:



34

Белый фосфор массой 18,6 г сожгли в хлоре объёмом 33,6 л (н.у.). При этом реакция прошла со 100%-ным выходом. Полученное твердое вещество при нагревании до 60°C растворили в 1004 г насыщенного раствора гидроксида калия. Вычислите массу соли, выпавшей в осадок после охлаждения полученного раствора до 20°C. Растворимость гидроксида калия при 60°C составляет 147,5 г на 100 г воды, растворимость при 20°C фосфата калия 98,5 г на 100 г воды, хлорида калия 34 г на 100 г воды.

Решение:

Для определения продукта хлорирования фосфора вычислим соотношение, в котором взяты исходные вещества:

$$n(P) = \frac{18,6}{31} = 0,6 \text{ моль}$$

$$n(Cl_2) = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ моль}$$

$n(P) : n(Cl_2) = 0,6 : 1,5 = 2 : 5$, делаем вывод, что образуется пентахлорид фосфора в количестве 0,6 моль:



Исходя из растворимости гидроксида калия рассчитаем его массовую долю в насыщенном растворе при 60°C:

$$\omega(KOH)_{60^\circ C} = \frac{147,5}{247,5} = 0,596$$

Тогда в 1004 г насыщенного при этой температуре раствора содержится $1004 \cdot 0,596 = 598,384$ г (10,7 моль) гидроксида калия. Рассчитаем массу воды в этом растворе:

$$m(H_2O)_{\text{в насыщ.р-ре KOH при } 60^\circ C} = 1004 - 598,384 = 405,616 \text{ г}$$

Согласно уравнению II PCl_5 взят в недостатке, по нему рассчитаем количество образовавшейся в ходе этой реакции воды:

$$m(H_2O)_{\text{II}} = 0,6 \cdot 4 \cdot 18 = 43,2 \text{ г}$$

$$m(H_2O)_{\text{общ}} = 405,616 + 43,2 = 448,816 \text{ г}$$

Найдем количества образовавшихся в ходе реакции II солей и определим, какая из них выпадает в осадок при охлаждении до 20°C:

$$n(K_3PO_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(K_3PO_4) = 0,6 \cdot 212 = 127,2 \text{ г}$$

$$n(KCl) = 3 \text{ моль}$$

$$m(KCl) = 3 \cdot 74,5 = 223,5 \text{ г}$$

K_3PO_4 : в 100 г воды растворяется 98,5 г соли, тогда в 448,816 г воды – 442,1 г соли, значит весь фосфат калия останется в растворе.

KCl : в 100 г воды растворяется 34 г соли, тогда в 448,816 г воды – 152,6 г соли. Значит $223,5 - 152,6 = 70,9$ г хлорида калия выпадет в осадок.