

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
X	Y
4	2

Ответ:

3.4

3	3	5							
18	4	2							
27	3	,	4						

Blank

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, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое число валентных неспаренных электронов на внешнем энергетическом уровне:

1) S 2) Sb 3) Br 4) Fe 5) Cr

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

ОТВЕТ:

--	--

- 2 Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента с наибольшим радиусом атомов.

1) N 2) Rb 3) P 4) Ca 5) Bi

Расположите выбранные элементы в порядке усиления восстановительных свойств соответствующих им простых веществ.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

- 3** Из числа указанных в ряду элементов выберите два таких, высшая степень окисления которых равна +2.

1) O 2) Zn 3) Fe 4) Cr 5) S

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

ОТВЕТ:

--	--

4 Из предложенного перечня выберите два вещества с наиболее полярными связями:

- 1) H_2O
- 2) NH_3
- 3) PH_3
- 4) H_2Se
- 5) HF

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы оксидов: А) основного; Б) несолеобразующего; В) кислотного.

1 оксид марганца(IV)	2 оксид хрома(III)	3 оксид магния
4 оксид углерода(II)	5 оксид цинка	6 оксид алюминия
7 оксид железа(III)	8 оксид бериллия	9 оксид хрома(VI)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6 В пробирку с бесцветным раствором вещества X добавили раствор ацетата свинца, наблюдая при этом образование желтого осадка. Во вторую пробирку с окрашенным раствором вещества Y добавили раствор ацетата бария, что также сопровождалось образованием желтого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y , которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) сероводород
- 2) хлорид аммония
- 3) хромат натрия
- 4) йодид калия
- 5) перманганат натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры 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.

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) SO_2	1) O_2 , KOH , $\text{Br}_{2(\text{p-p})}$
Б) $\text{Zn}(\text{OH})_2$	2) CuSO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$
В) Li	3) S , KOH , O_2
Г) ZnI_2	4) NaOH , HCl , CaO
	5) CH_3OH , P , H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8

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

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- | | |
|---|----------------------------|
| А) $\text{SO}_2 + \text{HNO}_{3(\text{конц.})}$ | 1) кислота + оксид + вода |
| Б) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{p-p})} + \text{SO}_2$ | 2) оксид + гидроксид |
| В) $\text{SO}_2 + \text{Br}_{2(\text{p-p})}$ | 3) соль + простое вещество |
| Г) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ | 4) кислота + кислота |
| | 5) соль + кислота |
| | 6) вода + кислота |
| | 7) простое вещество + вода |

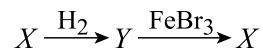
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) фосфор
- 2) сера
- 3) фосфин
- 4) бромоводород
- 5) сероводород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- | | |
|--|-------------------------------|
| А) $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}_6\text{H}_5$ | 1) карбонильные соединения |
| Б) $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ | 2) ароматические углеводороды |
| В) $(\text{CH}_3)_3\text{CCNO}$ | 3) циклоалканы |
| | 4) спирты |
| | 5) карбоновые кислоты |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11

Из предложенного перечня соединений выберите два таких, молекулы которых содержат атомы углерода в состоянии sp^3 -гибридизации.

- 1) ацетилен
- 2) этилен
- 3) изопрен
- 4) хлоропрен
- 5) этан

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

Из предложенного перечня соединений выберите все, которые реагируют с водным раствором гидроксида натрия.

- 1) метанол
- 2) фенилхлорметан
- 3) бутандиол-1,4
- 4) фенол
- 5) метилэтиловый эфир
- 6) этилэтаноат

Запишите в поле ответа номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите соединения, которые можно обнаружить в продуктах гидролиза природного жира под действием соляной кислоты.

- 1) пальмитиновая кислота
- 2) глицин
- 3) 1,2,3-трихлорпропан
- 4) пропиленгликоль
- 5) глицерин

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

14

Установите соответствие между схемой реакции и органическим продуктом, образующимся в результате нее: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- А) ацетилен $\xrightarrow{C_{акт}, t^0}$
- Б) этин $\xrightarrow{[Ag(NH_3)_2]OH}$
- В) пропин $\xrightarrow{H_2O, Hg^{2+}}$
- Г) 1,3-дихлорпропан $\xrightarrow{Zn, t^0}$

ПРОДУКТ

- 1) толуол
- 2) пропанон
- 3) этаноат серебра
- 4) ацетиленид серебра
- 5) пропаналь
- 6) бензол
- 7) 1,3,5-триметилбензол
- 8) пропин
- 9) циклопропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

Установите соответствие между схемой реакции и углеродсодержащими продуктами, которые образуются в результате нее: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $CH_3CHO \xrightarrow{KMnO_4, KOH, t^0}$
- Б) $HC \equiv C-CH_3 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7, H_2SO_4}$
- В) $H_3C-CH=CH-CH_3 \xrightarrow{KMnO_4, H_2O, 0^0C}$
- Г) $CH_2O \xrightarrow{KMnO_4, KOH, t^0}$

ПРОДУКТ(-Ы) РЕАКЦИИ

- 1) углекислый газ
- 2) уксусная кислота
- 3) уксусная кислота и углекислый газ
- 4) карбонат калия
- 5) бутандиол-2,3
- 6) этаноат калия

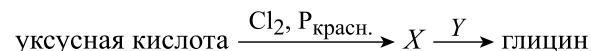
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) HCl
- 2) CH_3NH_2
- 3) NH_3
- 4) ClCH_2COOH
- 5) H_2O

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Установите соответствие между типами реакций и парой реагентов, взаимодействие которых к ким относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ТИПЫ РЕАКЦИЙ

- А) ОВР,
диспропорционирования
Б) гидролиза, гетерогенная
В) без изменения степеней
окисления, экзотермическая

РЕАГЕНТЫ

- 1) углерод и конц. раствор гидроксида калия
- 2) фосфор и конц. раствор гидроксида натрия
- 3) этилацетат и раствор гидроксида калия
- 4) фосфид алюминия и раствор гидроксида лития

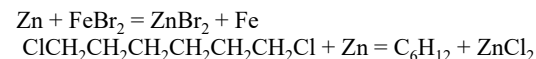
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

18

Из предложенного перечня воздействий выберите все такие, которые приведут к увеличению скорости обеих реакций:



- 1) увеличение давления
- 2) увеличение концентрации ионов цинка
- 3) измельчение цинка
- 4) измельчение железа
- 5) нагревание

Ответ: _____

19

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

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$
 Б) $2\text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{HCl} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 В) $\text{FeO} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{FeBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$

СВОЙСТВО ЖЕЛЕЗА

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

20

Установите соответствие между формулой соли и продуктами, выделяющимися на электродах при электролизе водного раствора этой соли: к соответствующей позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) CH_3COOLi
 Б) FeSO_4
 В) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) Fe , SO_2 , O_2 , H_2
- 2) H_2 , CO_2 , C_2H_6
- 3) Fe , H_2 , O_2
- 4) H_2 , O_2
- 5) Na , H_2 , O_2
- 6) Zn , H_2 , O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

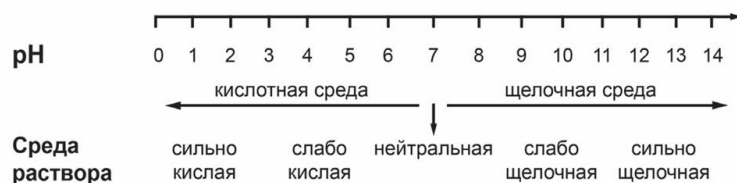
А	Б	В

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 смесей, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию всех компонентов (моль/л).

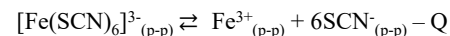
- 1) гипохлорит калия и хлорид калия
- 2) йодид калия и йодид алюминия
- 3) йодид цезия и йодоводород
- 4) глюкоза и ацетон

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

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) увеличение температуры
- Б) уменьшения давления
- В) добавление твердого NH_4SCN
- Г) добавление кислотно-основного индикатора

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

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

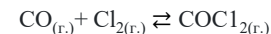
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

23

В замкнутый реактор, содержащий катализатор, поместили смесь угарного газа, хлора и фосгена (COCl_2), затем нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в системе установилось равновесие. При этом исходные концентрации хлора и фосгена (COCl_2) были равны 0,6 моль/л и 0,4 моль/л, а равновесные концентрации фосгена (COCl_2) и угарного газа 0,1 моль/л и 0,7 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию угарного газа (X) и равновесную концентрацию хлора (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

X	Y

Ответ:

24

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

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

РЕАКТИВ

А) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ и $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ 1) K_2S Б) ZnCl_2 и AlCl_3 2) KMnO_4 (H^+)В) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ и $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 3) Na Г) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ и $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 5) BaI_2 6) NaOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г
Ответ:				

25

Установите соответствие между веществом и природным источником, из которого его можно получить: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

ИСТОЧНИК

А) натрий

1) попутный газ

Б) фенол

2) нефть

В) *n*-гептан

3) каменный уголь

4) поваренная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	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 ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

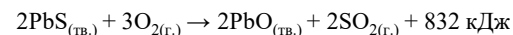
26

В результате упаривания 100 г 10%-ного раствора йодида бария масса раствора уменьшилась на 15%. Какую массу 25%-ного раствора йодида бария (в граммах) необходимо добавить к полученному в результате упаривания раствору для получения раствора с массовой долей соли равной 20%? (Запишите число с точностью до целых).

Ответ: _____ г.

27

Обжиг сульфида свинца(II) происходит согласно термохимическому уравнению



Рассчитайте массу навески сульфида свинца (II) (в граммах), если в процессе выделилось 72,8 кДж энергии. (Ответ округлите до десятых.)

Ответ: _____ г.

28

Рассчитайте выход кислорода, если при прокаливании навески перманганата натрия массой 7,1 г было получено 6,5 г твердого остатка. (Запишите ответ с точностью до целых).

Ответ: _____ %.



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.

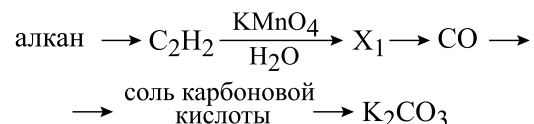
Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: соляная кислота, перманганат калия, дихромат натрия, хлорат цинка, сульфит натрия, сульфат алюминия. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 29 Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми выделяется газ и не меняется окраска раствора. 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, при протекании ионного обмена между водными растворами которых образуется три продукта, один из которых является осадком. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

- 31 Карбид алюминия подвергли щелочному гидролизу действием избытка водного раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили избыток углекислого газа. Образовавшийся осадок отделили, высушили и совместно прокалили с твёрдым гидроксидом натрия. Полученный в результате сплавления твёрдый продукт реакции растворили в концентрированной азотной кислоте. 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

Известно, что массовые доли кислорода и водорода в некотором органическом соединении равны 54,55% и 4,54% соответственно. Известно, что при полном гидролизе данного соединения действием водного раствора серной кислоты образуется два соединения с молярным соотношением 3:1, первое из которых способно вступать в реакцию серебряного зеркала. На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза искомого соединения действием избытка водного раствора гидроксида натрия.

34

Навеску пероксида натрия растворили в 8%-ном растворе сульфата натрия, затем добавили 27,3 г воды и пропустили сернистый газ до образования нейтрального раствора. Полученный раствор далее прокипятили в открытом стакане до уменьшения массы на 57% и охладили до 25°C, что привело к образованию 35,42 г осадка декагидрата сульфата натрия ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Вычислите массу исходной навески, если известно, что соотношение масс раствора до охлаждения и после него равно 9417:5875, а растворимость безводного сульфата натрия при 25°C равна 27,8 г на 100 г воды. Ответ укажите в граммах и округлите до десятых.

Часть 1

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	35	15	6354
2	542	16	43
3	12	17	243
4	15	18	35
5	349	19	224
6	43	20	236
7	1452	21	1423
8	2547	22	2313
9	25	23	46
10	241	24	5142
11	35	25	432
12	246	26	140
13	15	27	41,8
14	6429	28	75

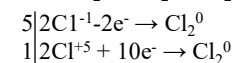
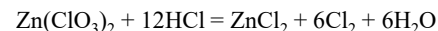
Часть 2

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: соляная кислота, перманганат калия, дихромат натрия, хлорат цинка, сульфит натрия, сульфат алюминия. Допустимо использование водных растворов веществ.

29

Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми выделяется газ и не меняется окраска раствора. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Вариант ответа:

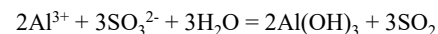
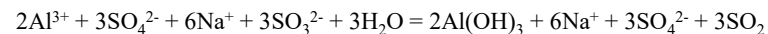
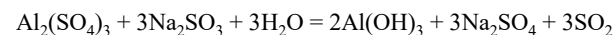


хлор в степени окисления -1 (или хлороводород) является восстановителем; хлор в степени окисления +5 (или хлорат цинка) – окислителем.

30

Из предложенного перечня выберите два вещества, при протекании ионного обмена между водными растворами которых образуется три продукта, один из которых является осадком. Запишите молекулярное, полное и сокращенной ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

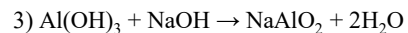
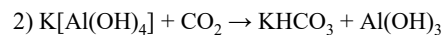
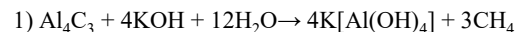
Вариант ответа:



31

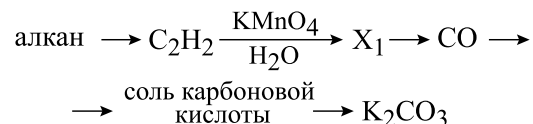
Карбид алюминия подвергли щелочному гидролизу действием избытка водного раствора гидроксида калия. Через полученный раствор пропустили избыток углекислого газа. Образовавшийся осадок отделили, высушили и совместно прокалили с твердым гидроксидом натрия. Полученный в результате сплавления твердый продукт реакции растворили в концентрированной азотной кислоте. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Вариант ответа:



32

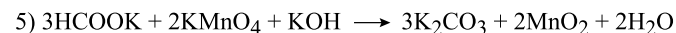
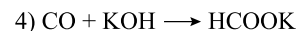
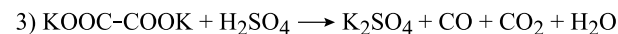
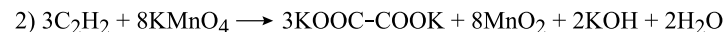
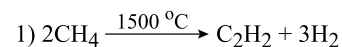
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



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

Известно, что массовые доли кислорода и водорода в некотором органическом соединении равны 54,55% и 4,54% соответственно. Известно, что при полном гидролизе данного соединения действием водного раствора серной кислоты образуется два соединения с молярным соотношением 3:1, первое из которых способно вступать в реакцию серебряного зеркала. На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза искомого соединения действием избытка водного раствора гидроксида натрия.

Решение:

Рассчитаем массовую долю углерода в искомом органическом соединении:

$$\omega(\text{C}) = 100\% - 54,55\% - 4,54\% = 40,91\%$$

Представим себе навеску искомого вещества массой 100 г. Тогда массы химических элементов в граммах будут численно равны массовым долям этих же элементов в процентах.

Тогда:

$$n(\text{C}) = m/M = 40,91/12 = 3,41 \text{ моль,}$$

$$n(\text{H}) = m/M = 4,54/1 = 4,54 \text{ моль,}$$

$$n(\text{O}) = m/M = 54,55/16 = 3,41 \text{ моль.}$$

$$n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) = 3,41:4,54:3,41 = 1:1,33:1 = 3:4:3$$

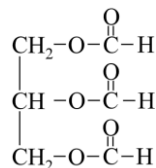
Таким образом, простейшая формула искомого соединения $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$.

Исходя из условия следует, что искомое соединение может представлять собой сложный эфир с тремя сложноэфирными группами.

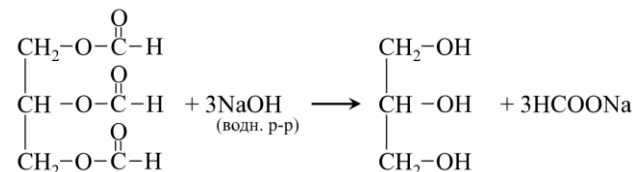
Три сложноэфирные группы содержат 6 атомов кислорода, что означает, что простейшую формулу нужно умножить минимум на 2.

Тогда молекулярная формула будет $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

Исходя из того, что один из продуктов гидролиза искомого соединения вступает в реакцию серебряного зеркала, логично предположить, что оно представляет собой сложный эфир глицерина и муравьиной кислоты, структурная формула которого:

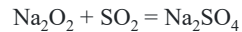


Тогда уравнение гидролиза этого соединения действием избытка водного раствора гидроксида натрия будет иметь вид:



34

Навеску пероксида натрия растворили в 8%-ном растворе сульфата натрия, затем добавили 27,3 г воды и пропустили сернистый газ до образования нейтрального раствора. Полученный раствор далее прокипятили в открытом стакане до уменьшения массы на 57% и охладили до 25°C, что привело к образованию 35,42 г осадка декагидрата сульфата натрия ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Вычислите массу исходной навески, если известно, что соотношение масс раствора до охлаждения и после него равно 9417:5875, а растворимость безводного сульфата натрия при 25°C равна 27,8 г на 100 г воды. Ответ укажите в граммах и округлите до десятых.

Решение:

Введем обозначения:

I. Раствор, полученный растворением навески пероксида натрия в 8%-ном растворе сульфата натрия;

II. Раствор, полученный добавлением 27,3 г воды и пропуском сернистого газа;

III. Раствор, полученный кипячением раствора II;

IV. Раствор после выпадения кристаллогидрата из раствора III.

Рассчитаем массовую долю сульфата натрия в насыщенном растворе IV:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} = \frac{27,8}{127,8} = 0,2175$$

Рассчитаем долю сульфата натрия в кристаллогидрате:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = \frac{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{142}{322} = 0,441$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = 0,441 \cdot 35,42 = 15,62 \text{ г}$$

$$\text{Пусть } m(\text{раствора III}) = x \text{ г, тогда } m(\text{раствора IV}) = \frac{x \cdot 5875}{9417} = 0,6239x;$$

После выпадения кристаллогидрата масса раствора III уменьшилась на 35,42 г, составим уравнение:

$$0,6239x = 35,42$$

$$x = 94,177$$

$$m(\text{раствора IV}) = 94,177 - 35,42 = 58,757 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} = 58,757 \cdot 0,2175 = 12,78 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора III}) = 94,177 \text{ г,}$$

Рассчитаем массу сульфата натрия в растворе III:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{III}} = m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{IV}} + m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в кр/г}} = 12,78 + 15,62 = 28,4 \text{ г}$$

обозначим массу раствора II за у г, составим уравнение:

$$y - 0,57y = 94,177$$

$$y = 219$$

$$m(\text{раствора II}) = 219 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора II}) = m(\text{исх. р-ра } (\text{Na}_2\text{SO}_4) + m(\text{Na}_2\text{O}_2) + m(\text{доб. воды}) + m(\text{SO}_2)$$

Пусть количество исходной навески пероксида натрия z моль, тогда исходя из уравнения реакции вступило z моль сернистого газа и образовалось z моль сульфата натрия.

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в исх. 8\% р-ре}} = \frac{28,4}{142} - z = 0,2 - z \text{ моль;}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4)_{\text{в исх. 8\% р-ре}} = 142(0,2 - z) \text{ г;}$$

$$m(\text{исх. р-ра } \text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{142(0,2 - z)}{0,08} = 1775(0,2 - z)$$

Составим уравнение:

$$219 = 1775(0,2 - z) + 78z + 27,3 + 64z$$

$$219 = 355 - 1775z + 78z + 27,3 + 64z$$

$$1633z = 163,3$$

$$z = 0,1$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ г}$$