

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

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

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

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

Ответ:	<table border="1"><tr><td>3</td><td>5</td></tr></table>	3	5	<table border="1"><tr><td>3</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	3	5														
3	5																			
3	5																			
	<table border="1"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr></table>	X	Y																	
X	Y																			
Ответ:	<table border="1"><tr><td>4</td><td>2</td></tr></table>	4	2	<table border="1"><tr><td>4</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	4	2														
4	2																			
4	2																			
Ответ:	<u> 3,4 </u>	<table border="1"><tr><td>3</td><td>,</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	3	,	4															
3	,	4																		

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

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

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

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

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

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

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

Желаем успеха!

Часть 1

Ответом к заданиям 1–25 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 7, 8, 10, 14, 15, 19, 20, 22, 23, 24, 25 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Li 2) O 3) N 4) Ca 5) Cl

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

1

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют одинаковое количество *s*-электронов в основном состоянии.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

2

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-неметалла.

Расположите выбранные элементы в порядке усиления основных свойств образуемых ими водородных соединений.

Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

3

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, атомы которых проявляют одинаковую низшую степень окисления.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

4 Из предложенного перечня выберите два вещества немолекулярного строения с ковалентной неполярной связью.

- 1) PbO₂
- 2) S₂Cl₂
- 3) CaO₂
- 4) H₂O₂
- 5) FeS₂

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

5 Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) соли трехосновной кислоты; Б) слабой кислоты; В) нерастворимого основания.

1 HF	2 KH ₂ PO ₂	3 Fe(OH) ₂
4 Zn(OH) ₂	5 K ₂ HPO ₃	6 HCl
7 K ₂ HPO ₄	8 H ₂ SO _{4(разб)}	9 Ba(OH) ₂

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

Ответ:

А	Б	В

6 Даны две пробирки с раствором соли X. В первую пробирку прилили раствор вещества Y, полученную смесь подогрели и наблюдали выделение газа. Во вторую пробирку добавили подкисленный раствор перманганата калия, в результате чего образовался бесцветный раствор, выделение газа при этом не наблюдалось. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) NH₄Cl
- 2) KOH
- 3) Na₂SO₄
- 4) NaNO₂
- 5) Zn(OH)₂

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

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

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) KOH	1) ZnO, N ₂ , CO
Б) H ₂	2) Na ₂ O, N ₂ , P
В) HCl	3) CuS, ZnO, Na ₂ SO ₃
Г) HNO ₃	4) CO, Si, KHSO ₄
	5) Na ₂ S, Na, C ₂ H ₄

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) Fe, HCl _(конц)	1) FeCl ₃ , H ₂
Б) Fe, HCl _(разб)	2) FeCl ₂ , H ₂
В) Fe ₃ O ₄ , HCl _(конц)	3) FeCl ₃ , FeCl ₂ , H ₂ O
Г) FeO, HCl _(конц)	4) FeCl ₃ , H ₂ O
	5) FeCl ₂ , H ₂ O
	6) Fe(OCl) ₂ , H ₂

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9 Задана схема превращений веществ:



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

- 1) Cu
- 2) Na₂CO₃
- 3) SO₃
- 4) H₂SO₄(разб)
- 5) H₂SO₄(конц)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10 Установите соответствие между названием вещества и классом/группой органических соединений, к которому оно относится: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) стеариновая кислота	1) насыщенные жирные кислоты
Б) олеиновая кислота	2) ненасыщенные жирные кислоты
В) анилин	3) аминокислоты
	4) амины

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11 Из предложенного перечня выберите два вещества, являющихся изомерами.

- 1) аланин
- 2) толуол
- 3) глицин
- 4) β-аминопропионовая кислота
- 5) бензол

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

12

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

- 1) стирол
- 2) кумол
- 3) метилэтиловый эфир
- 4) ксилол
- 5) метанол

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

13

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые **не** подвергаются гидролизу.

- 1) триолеат глицерина
- 2) сахароза
- 3) аланилглицин
- 4) глюкоза
- 5) глицерин

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

14

Установите соответствие между углеводородом и продуктом реакции, преимущественно образующимся при его окислении подкисленным раствором перманганата калия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УГЛЕВОДОРОД

- А) дивинил
- Б) бутен-2
- В) метилпропен
- Г) толуол

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) бензойная кислота
- 2) бензол
- 3) пропановая кислота
- 4) этановая кислота
- 5) этандиовая кислота
- 6) ацетон

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

15

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) этин и избыток HCl
- Б) бутин-1 и вода
- В) этанол и CuO
- Г) этаналь и Cu(OH)₂

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) ацетальдегид
- 2) 1,2-дихлорэтан
- 3) 1,1-дихлорэтан
- 4) бутаналь
- 5) бутанон
- 6) этановая кислота

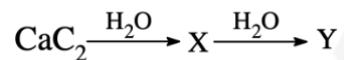
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16

Задана схема превращений веществ:



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

- 1) этанол
- 2) этаналь
- 3) метан
- 4) метанол
- 5) ацетилен

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

17

Из предложенного перечня выберите **все** типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие азота и кислорода.

- 1) гомогенная
- 2) гетерогенная
- 3) соединения
- 4) эндотермическая
- 5) экзотермическая

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

18

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

- 1) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
- 3) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж.})} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$
- 4) $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$
- 5) $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____

19

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

ФОРМУЛА ИОНА

- А) MnO_4^{2-}
- Б) S^{2-}
- В) O_2^{2-}

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

20

Установите соответствие между названием вещества и возможным способом его получения путем электролиза: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) F_2
- Б) O_2
- В) Al
- Г) Na

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ

- 1) водный раствор KF
- 2) водный раствор AlCl_3
- 3) раствор Na_2S
- 4) расплав NaCl
- 5) расплав Al_2O_3 в криолите
- 6) расплав KF

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

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

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

Шкала pH водных растворов электролитов



21

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

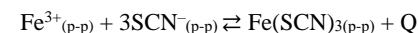
- 1) HI
- 2) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 3) HF
- 4) $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$

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

Ответ: → → →

22

Установите соответствие между внешним воздействием на систему



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

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) добавление КОН	1) практически не смещается
Б) нагревание	2) смещается в сторону обратной реакции
В) добавление ингибитора	3) смещается в сторону прямой реакции
Г) повышение давления	

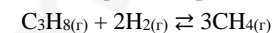
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

23

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество пропана и водорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходные концентрации пропана и водорода составляли 1,8 и 1,3 моль/л соответственно, а равновесная концентрация метана – 1,5 моль/л. Определите равновесную концентрацию C_3H_8 (X) и равновесную концентрацию H_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
<input type="text"/>	<input type="text"/>

24

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

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) фенол и анилин	1) $\text{FeCl}_3(\text{p-p})$
Б) AgF и AgNO_3	2) бромная вода
В) HCl и Na_2CO_3	3) KOH
Г) S и Si	4) Na_3PO_4
	5) BaSO_4

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25

Установите соответствие между структурным звеном полимера и названием этого полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СТРУКТУРНОЕ ЗВЕНО	НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА
А) $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$	1) капрон
Б) $-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	2) поливинилхлорид
В) $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$	3) каучук
Г) $-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-$	4) тефлон
	5) полиэтилен

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

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

Смешали раствор гидроксида натрия массой 20 г с массовой долей 60% и раствор гидроксида натрия массой 120 г с массовой долей 60%. Чему равна массовая доля воды в полученном растворе? (Запишите число с точностью до целых)

Ответ: _____ %

27

Найдите объем газа, полученного в результате сжигания сероводорода объемом 22,4 л? (Запишите число с точностью до десятых)

Ответ: _____ л.

28

При растворении хрома в горячей концентрированной серной кислоте выделилось 13,44 л газа. Вычислите массу хрома, вступившего в реакцию, если выход реакции составляет 86% от теоретически возможного. (Запишите число с точностью до целых)

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:

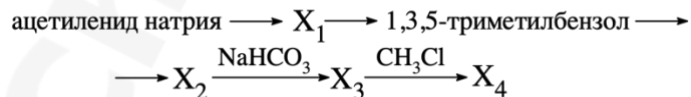
дихромат калия, ацетат калия, йодид калия, гидроксид лития, нитрит калия, серная кислота, фосфор. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29 Из предложенного перечня выберите соль и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, в которой происходит образование осадка и одна молекула окислителя принимает один электрон. 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 соль органической кислоты и сильный электролит, реакция ионного обмена между которыми проходит без видимых признаков. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

31 Навеску нитрата меди(II) прокалили до постоянной массы. При взаимодействии полученного твердого остатка с аммиаком при нагревании отмечалось частичное изменение окраски твердого остатка, который затем растворили в избытке концентрированной серной кислоты. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33 При сжигании 6,4 г вещества А образовалось 11,2 л углекислого газа и 3,6 г воды. Известно, что все атомы углерода в веществе А находятся в состоянии sp^2 -гибридизации, а при гидрировании 1 молекула вещества А способна присоединить 5 молекул водорода.

На основании данных условий задачи:

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

34 Для проведения электролиза взяли навеску пентагидрата сульфата меди(II) и приготовили его насыщенный раствор, через который пропускали электрический ток до тех пор, пока отношение количества атомов водорода к атомам кислорода в растворе не стало равным 3,7 : 2. Для нейтрализации получившегося раствора использовали 300 г нашатырного спирта с массовой долей аммиака 10%. При этом выпало 11,2 г осадка, а свободных катионов меди в растворе не осталось. Вычислите растворимость безводного сульфата меди(II) при данной температуре.

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.

Часть 1
Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	*23
2	523
3	*14
4	*35
5	713
6	41
7	4153
8	2235
9	15
10	124
11	*14
12	*1
13	*45
14	5461
15	3516
16	52
17	*134
18	*5
19	323
20	6154
21	1324
22	2211
23	52
24	1113
25	4123
26	40
27	22,4
28	24

* Цифры в ответе могут быть приведены в любой последовательности

Часть 2

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом



При наличии уравнений химических реакций, отражающих дополнительные/альтернативные химические превращения, не противоречащие условиям заданий, а также соответствующих им расчётов (в заданиях 33 и 34) эксперт оценивает правильность представленного экзаменуемым решения в соответствии со шкалой и критериями оценивания.

Для выполнения заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ:

дихромат калия, ацетат калия, йодид калия, ацетат бария, нитрит калия, серная кислота, фосфор. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

29

Из предложенного перечня выберите соль и вещество, которое вступает с ней в окислительно-восстановительную реакцию, в которой происходит образование осадка и одна молекула окислителя принимает один электрон. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $2KI + 2KNO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2NO + I_2 + 2K_2SO_4 + 2H_2O$ $N^{+3} + \bar{e} \rightarrow N^{+2} \quad \quad 2$ $2I^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow I_2^0 \quad \quad 1$ N^{+3} (или KNO_2) является окислителем I^{-1} (или KI) является восстановителем	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: <ul style="list-style-type: none"> • выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; • составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель 	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Примечание. Если молекулярное уравнение реакции не соответствует условию задания или в нём неверно определены продукты реакции, то электронный баланс не оценивается (выставляется 0 баллов).

30

Из предложенного перечня выберите соль органической кислоты и сильный электролит, реакция ионного обмена между которыми проходит без видимых признаков. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{SO}_4$ $2\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{K}^+ + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{K}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена • записано полное и сокращённое ионные уравнения реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	2

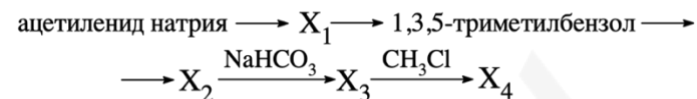
31

Навеску нитрата меди(II) прокалили до постоянной массы. При взаимодействии полученного твердого остатка с аммиаком при нагревании отмечалось частичное изменение окраски твердого остатка, который затем растворили в избытке концентрированной серной кислоты. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ 2) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{t^0} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3
Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	4

32

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: 1) $\text{HC}\equiv\text{CNa} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{NaCl}$ 2) $3\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{C}_{\text{акт}}, t^0} \text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_3$ 3) $5 \text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_3 + 18\text{KMnO}_4 + 27\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^0} 5 \text{C}_6\text{H}_2(\text{COOH})_3 + 18\text{MnSO}_4 + 9\text{K}_2\text{SO}_4 + 42\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{C}_6\text{H}_2(\text{COOH})_3 + 3\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{COONa})_3 + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 5) $\text{C}_6\text{H}_2(\text{COONa})_3 + 3\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{COOCH}_3)_3 + 3\text{NaCl}$	
Правильно записаны пять уравнений реакции	5
Правильно записаны четыре уравнения реакций	4
Правильно записаны три уравнения реакций	3

Правильно записаны два уравнения реакций	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	5

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

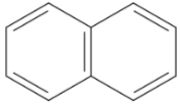
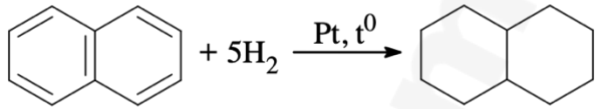
33

При сжигании 6,4 г вещества А образовалось 11,2 л углекислого газа и 3,6 г воды. Известно, что все атомы углерода в веществе А находятся в состоянии sp^2 -гибридизации, а при гидрировании 1 молекула вещества А способна присоединить 5 молекул водорода.

На основании данных условий задачи:

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

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа:</p> <p>1) $n \text{ CO}_2 = V \text{ CO}_2 / 22,4 = 11,2 / 22,4 = 0,5$ моль $n \text{ H}_2\text{O} = m \text{ H}_2\text{O} / M \text{ H}_2\text{O} = 3,6 / 18 = 0,2$ моль</p> <p>$n \text{ C} = n \text{ CO}_2 = 0,5$ моль $n \text{ H} = 2n \text{ H}_2\text{O} = 2 \cdot 0,2 = 0,4$ моль</p> <p>$m \text{ C} = n \text{ C} \cdot M \text{ C} = 0,5 \cdot 12 = 6$ г $m \text{ H} = n \text{ H} \cdot M \text{ H} = 0,4 \cdot 1 = 0,4$ г</p> <p>$m \text{ O} = m_{\text{вещ-ва}} - m \text{ C} - m \text{ H} = 6,4 - 6 - 0,4 = 0$ Следовательно, кислород в веществе А отсутствует</p> <p>2) $n \text{ C} : n \text{ H}$ $0,5 : 0,4 \quad : 0,4$ $1,25 : 1 \quad \cdot 4$ $5 : 4$ Элементарная формула вещества А: $(\text{C}_5\text{H}_4)_x$</p> <p>3) По условию все атомы углерода в веществе А находятся в состоянии sp^2-гибридизации, т.е. искомое вещество содержит $\text{C}=\text{C}$ связи. По соотношению углерода и водорода в молекуле становится</p>	

<p>ясным, что вещество А содержит бензольные кольца</p> <p>$(\text{C}_5\text{H}_4)_x$ При $x = 2$ получаем молекулярную формулу C_{10}H_8, что соответствует наличию двух бензольных колец. Такая молекула способна присоединить 5 молекул H_2 с получением насыщенного углеводорода $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$</p> <p>5) Структурная формула:</p>  <p>6) Уравнение реакции вещества А с избытком водорода:</p> 	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • правильно произведены вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы вещества, и записана молекулярная формула вещества; • записана структурная формула органического вещества, которая отражает порядок связей 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
<i>Максимальный балл</i>	3

34

Для проведения электролиза взяли навеску пентагидрата сульфата меди(II) и приготовили его насыщенный раствор, через который пропускали электрический ток до тех пор, пока отношение количества атомов водорода к атомам кислорода в растворе не стало равным $3,7 : 2$. Для нейтрализации получившегося раствора использовали 300 г нашатырного спирта с массовой долей аммиака 10%. При этом выпало 11,2 г осадка, а свободных катионов меди в растворе не осталось. Вычислите растворимость безводного сульфата меди(II) при данной температуре.

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

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Вариант ответа:</p> <p>Записаны уравнения реакций: [1] $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ [2] $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$</p> <p>1) Найдем число моль аммиака: $m \text{NH}_3 = 300 \cdot 0,1 = 30 \text{ г}$ $n \text{NH}_3 = 30 / 17 = 1,76 \text{ моль}$</p> <p>2) Учитывая, что в результате добавления в раствор нашатырного спирта выпал осадок, делаем вывод о том, что после электролиза осталась часть сульфата меди. [3] $\text{CuSO}_4 + 2\text{NH}_4(\text{OH}) = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2$</p> <p>$n \text{Cu}(\text{OH})_2 = 11,2 / 98 = 0,11 \text{ моль}$ $n \text{CuSO}_4(\text{ост}) = n \text{Cu}(\text{OH})_2 = 0,11 \text{ моль}$</p> <p>3) Найдем число моль серной кислоты в реакции 2: $n \text{NH}_4\text{OH} = 2n \text{Cu}(\text{OH})_2 = 2 \cdot 0,11 = 0,22 \text{ моль}$ $n \text{NH}_3(2) = n \text{NH}_3(\text{общий}) - n \text{NH}_4\text{OH} = 1,76 - 0,22 = 1,54 \text{ моль}$ $n \text{H}_2\text{SO}_4(2) = 0,5n \text{NH}_3(2) = 0,77 \text{ моль}$</p> <p>4) Так как в условии указано, что раствор нейтрализован, делаем вывод, что вся серная кислота, полученная в реакции 1, прореагировала с нашатырным спиртом</p> <p>5) Найдем число моль воды, взятой для приготовления насыщенного раствора:</p> <p>По условию дано, что соотношение атомов водорода к атомам кислорода в растворе 3,7 : 2. Атомы водорода содержит оставшаяся в растворе вода и полученная в результате электролиза серная кислота. Атомы кислорода содержит оставшаяся в растворе вода, полученная в результате электролиза серная кислота и оставшийся сульфат меди.</p> <p>Пусть $n \text{H}_2\text{O}(\text{сумм})$ будет x, тогда $n \text{O}$ будет x, а $n \text{H}$ будет $2x$ Пусть $n \text{CuSO}_4(\text{прореаг}) = y$, тогда $n \text{H}_2\text{O}(\text{прореаг.})$ и $n \text{H}_2\text{SO}_4$ будет y, $n \text{H}$ в H_2SO_4 будет $2y$, а $n \text{O}$ в $\text{H}_2\text{SO}_4 = 4y$</p>	

$(2x - 2y + 2y) / (x - y + 4y + 4 \cdot 0,11) = 3,7 / 2$ <p>Учитывая, что $n \text{H}_2\text{SO}_4 = 0,77 \text{ моль}$, а $n \text{CuSO}_4(\text{прореаг}) = n \text{H}_2\text{SO}_4$, $y = 0,77$</p> <p>Подставим значение y в уравнение: $2x / (x + 2,31 + 0,44) = 3,7 / 2$</p> <p>$x = 33,92 \text{ моль}$ $n \text{H}_2\text{O}(\text{сумм}) = 33,92 \text{ моль}$ $m \text{H}_2\text{O}(\text{сумм}) = 33,92 \cdot 18 = 610,56 \text{ г}$</p> <p>5) Найдем массу сульфата меди: $n \text{CuSO}_4(\text{общ}) = n \text{CuSO}_4(\text{ост}) + n \text{CuSO}_4(\text{прореаг}) = 0,11 + 0,77 = 0,88 \text{ моль}$ $m \text{CuSO}_4(\text{общ}) = n \text{CuSO}_4(\text{общ}) \cdot M \text{CuSO}_4 = 0,88 \cdot 160 = 140,8 \text{ г}$</p> <p>6) Найдем растворимость безводного сульфата меди: Пусть x будет $m \text{CuSO}_4$ на $100 \text{ г H}_2\text{O}$</p> <p>$140,8 - 610,56$ $x - 100$</p> <p>$x = 23,06 \text{ г}$</p> <p>Ответ: растворимость безводного сульфата меди(II) 23,06 г на 100 г воды</p>	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <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 которых проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина 	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
<i>Максимальный балл</i>	4

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях, которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.