

Единый государственный экзамен по ХИМИИ

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 35 заданий. Часть 1 содержит 29 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 1–26 запишите без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

КИМ Ответ:

| | |
|---|---|
| 3 | 5 |
|---|---|

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 3 | 3 | 5 | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|

 Бланк

 Ответ:

| | |
|---|---|
| X | Y |
| 4 | 2 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 8 | 4 | 2 | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|

 Ответ: 3,4

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 2 | 7 | 3 | , | 4 | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|

Ответы к заданиям 30–35 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, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике 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.

Желаем успеха!

Часть 1

Ответами к заданиям 1–26 являются последовательность цифр. Запишите ответ 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Цифры в ответах на задания 5, 8, 9, 11, 16, 17, 21–26 могут повторяться.

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов. Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в **данном ряду**.

1) Li 2) Na 3) K 4) F 5) O

- 1) Определите, какие из указанных в ряду элементов являются p -элементами. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

- 2) Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одной подгруппе. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания радиуса их атомов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

- 3) Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые не проявляют высшей степени окисления, равной номеру группы. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

4 Из предложенного перечня выберите два вещества, химическая связь в которых образована за счет общих электронных пар.

- 1) CaBr_2
- 2) MgCl_2
- 3) S_2Cl_2
- 4) CCl_4
- 5) Na_2O

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

5 Установите соответствие между формулой вещества и его тривиальным названием: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

ТРИВИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| A) CO | 1) угарный газ |
| Б) Fe_3O_4 | 2) гашеная известь |
| В) SO_2 | 3) железная окалина |
| | 4) сернистый газ |
| | 5) известковая вода |
| | 6) аммиачная вода |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

6 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые взаимодействуют с хлором.

- 1) кислород
- 2) гидроксид калия
- 3) бромид натрия
- 4) хлороводород
- 5) фторид калия

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

7 Гидроксид железа(II) обработали пероксидом водорода. Полученное бурое вещество X сплавили с твёрдым гидроксидом калия. Полученный плав, содержащий соль Y, обработали избытком воды, в результате чего вновь получили бурое вещество X. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые соответствуют приведенному описанию.

- 1) Fe_2O_3
- 2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- 3) KFeO_2
- 4) FeO
- 5) K_3FeO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

| | |
|---|---|
| X | Y |
| | |



- 8 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 |
|----------------------------------|---|
| A) S | 1) H ₂ O, LiOH, BaO |
| B) C | 2) HNO ₃ , C, O ₂ |
| B) Cu ₂ O | 3) I ₂ , CO, FeS ₂ |
| Г) P ₂ O ₅ | 4) O ₂ , CO ₂ , FeO |
| | 5) HBr, Ag, PH ₃ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

- 9 Установите соответствие между формулой вещества и продуктами его разложения при нагревании: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

| ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА | ПРОДУКТЫ РАЗЛОЖЕНИЯ |
|--|--|
| A) NH ₄ NO ₃ | 1) NH ₃ , CO ₂ и H ₂ O |
| B) NH ₄ HCO ₃ | 2) N ₂ O и H ₂ O |
| B) KMnO ₄ | 3) NH ₃ и CO ₂ |
| Г) (NH ₄) ₂ CO ₃ | 4) NH ₃ и HNO ₃ |
| | 5) K ₂ MnO ₄ , MnO ₂ и O ₂ |
| | 6) Mn ₂ O ₇ и K ₂ O |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

- 10 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- AgNO₃
- Na₂CO₃
- CaCO₃
- NaNO₃
- CO₂

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

| X | Y |
|---|---|
| | |

- 11 Установите соответствие между названием вещества и функциональной группой, входящей в состав его молекулы: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

| НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА | ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА |
|-------------------|-------------------------|
| A) анилин | 1) карбоксильная группа |
| B) этаналь | 2) нитрогруппа |
| B) этиленгликоль | 3) аминогруппа |
| | 4) карбонильная группа |
| | 5) гидроксильная группа |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |



12 Из предложенного перечня выберите два вещества, в молекулах которых все атомы лежат в одной плоскости.

- 1) этан
- 2) этилен
- 3) этанол
- 4) бензол
- 5) толуол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

13 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми может реагировать бензол.

- 1) Br₂
- 2) KMnO₄
- 3) C₂H₄
- 4) C₂H₆
- 5) H₂O

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14 Из предложенного перечня выберите две реакции, в результате которых образуется масляная кислота.

- 1) взаимодействие бутанала с кислородом
- 2) взаимодействие бутанала с гидроксидом меди(II)
- 3) взаимодействие бутанала с аммиачным раствором оксида серебра
- 4) взаимодействие бутанала с водородом
- 5) взаимодействие бутанала с избытком этанола

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

15 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует крахмал.

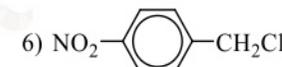
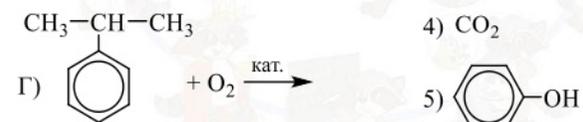
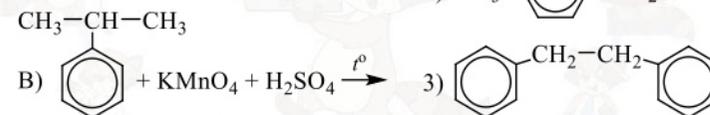
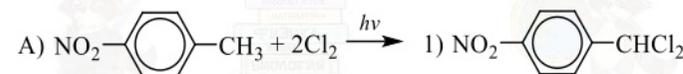
- 1) I₂
- 2) N₂
- 3) C₂H₆
- 4) H₂O
- 5) NaCl

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

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

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| | | | |



- 17 Установите соответствие между формулами реагентов и формулой продукта, который преимущественно образуется при взаимодействии между этими реагентами: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

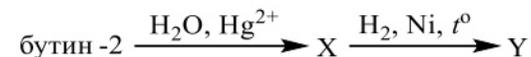
| РЕАГЕНТЫ | ПРОДУКТ |
|--|---------------------------------|
| А) <chem>HO-C6H4-CH2OH + NaOH</chem> → | 1) <chem>NaO-C6H4-CH2OH</chem> |
| Б) <chem>HO-C6H4-CH2OH + Na</chem> → | 2) <chem>NaO-C6H4-CH2ONa</chem> |
| В) <chem>CH3CH2OH + CuO</chem> $\xrightarrow{t^{\circ}}$ | 3) <chem>HO-C6H4-CH2ONa</chem> |
| Г) <chem>CH3COOH + Cu(OH)2</chem> → | 4) <chem>(CH3CH2O)2Cu</chem> |
| | 5) <chem>(CH3COO)2Cu</chem> |
| | 6) <chem>CH3CHO</chem> |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
| | | | |

- 18 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) бутаналь
- 2) бутанон
- 3) бутанол-2
- 4) бутанол-1
- 5) бутан

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

| X | Y |
|---|---|
| | |

- 19 Из предложенного перечня выберите все реакции замещения.

- 1) взаимодействие 2-хлорпропана с хлором при освещении
- 2) взаимодействие сульфида железа(II) с соляной кислотой
- 3) взаимодействие этена с бромом
- 4) взаимодействие натрия с водой
- 5) взаимодействие бензола с хлором при освещении

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: _____

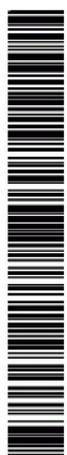
- 20 Из предложенного перечня выберите все внешние воздействия, которые приведут к увеличению скорости реакции обжига пирита в кислород.

- 1) измельчение пирита
- 2) понижение давления
- 3) понижение температуры
- 4) использование ингибитора
- 5) повышении температуры

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: _____

- 21 Установите соответствие между уравнением реакции и формулой вещества, являющегося восстановителем в данной реакции: к каждой позиции,



обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ВОССТАНОВИТЕЛЬ

- | | |
|---|---------------------------------|
| A) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ | 1) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ |
| B) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ | 2) SO_2 |
| B) $\text{C} + 2\text{S} = \text{CS}_2$ | 3) H_2O_2 |
| | 4) C |
| | 5) S |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

- 22 Установите соответствие между формулой соли и уравнением процесса, протекающего на инертном аноде при электролизе её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

УРАВНЕНИЕ АНОДНОГО ПРОЦЕССА

- | | |
|----------------------|---|
| A) KCl | 1) $2\text{H}_2\text{O} - 4\bar{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ |
| B) AlBr ₃ | 2) $2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| B) CuSO ₄ | 3) $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$ |
| Г) AgNO ₃ | 4) $2\text{Br}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Br}_2^0$ |
| | 5) $2\text{SO}_4^{2-} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ |
| | 6) $2\text{NO}_3^- - 2\bar{e} \rightarrow 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

- 23 Установите соответствие между формулой соли и отношением её к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ

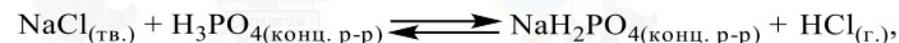
- | | |
|---|--------------------------------------|
| A) MgBr ₂ | 1) гидролизуется по катиону |
| Б) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$ | 2) гидролизуется по аниону |
| B) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ | 3) гидролизуется по катиону и аниону |
| Г) NaF | 4) гидролизу не подвергается |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

- 24 Установите соответствие между фактором, действующим на равновесную систему



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

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- | | |
|---|-------------------------------|
| A) повышение концентрации фосфорной кислоты | 1) в сторону прямой реакции |
| Б) повышение концентрации дигидрофосфата натрия | 2) в сторону обратной реакции |
| В) понижение давления | 3) практически не смещается |
| Г) повышение давления | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| | | | |



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

НАЗВАНИЯ
ВЕЩЕСТВ

РЕАКТИВ

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| А) этилацетат и этилформиат | 1) K_2SO_4 (p-p) |
| Б) глюкоза и сахароза | 2) $[Ag(NH_3)_2]OH$ (p-p) |
| В) этанол и диметиловый эфир | 3) H_2O |
| Г) уксусная кислота и октан | 4) KOH (p-p) |
| | 5) K |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| | | | |

- 26 Установите соответствие между полимером и веществом, которое для него является мономером: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПОЛИМЕР

МОНОМЕР

- | | |
|---------------|----------------|
| А) крахмал | 1) глицин |
| Б) целлюлоза | 2) кумол |
| В) полистирол | 3) винилбензол |
| | 4) глюкоза |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| | | |

Ответом к заданиям 27–29 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 правой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 27 К 200 г 8%-ного раствора хлорида натрия добавили 80 г воды. Вычислите массовую долю соли (в процентах) в образовавшемся растворе.
 Ответ: _____ % (Запишите число с точностью до десятых.)
- 28 Какой объём (н.у.) оксида углерода(IV) (в литрах) теоретически образуется при полном сгорании угля в 78 л (н.у.) кислорода?
 Ответ: _____ л (Запишите число с точностью до целых.)
- 29 Какой объём (н.у.) газа (в литрах) выделится при растворении 21,2 г карбоната натрия в избытке соляной кислоты?
 Ответ: _____ л (Запишите число с точностью до сотых.)

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.



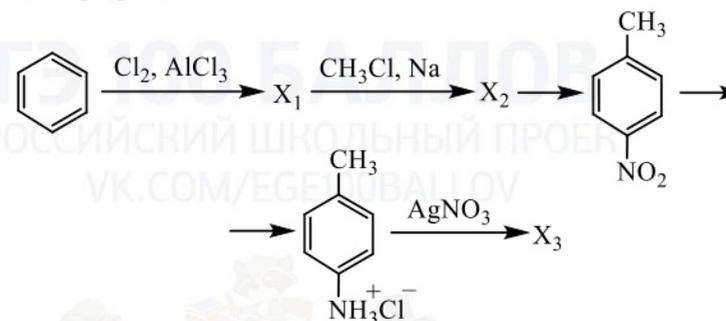
Часть 2

Для записи ответов на задания 30–35 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (30, 31 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: карбонат калия, хромат натрия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, иодид натрия, серная кислота. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 30** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию двух солей и простого вещества. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.
- 31** Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислотной солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.
- 32** Сероводород пропустили через бромную воду. Образовавшийся при этом осадок обработали горячей концентрированной азотной кислотой. Выделившийся бурый газ пропустили через раствор гидроксида бария. При взаимодействии одной из образовавшихся солей с водным раствором перманганата калия образовался бурый осадок. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

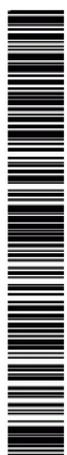
- 33** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

- 34** Смесь оксида меди(II) и меди общей массой 70,4 г с молярным соотношением 2 : 3 добавили к 392 г 10%-ного раствора серной кислоты. После завершения реакции к полученной смеси прибавили 28 г железа. Всю смесь железа и меди общей массой 68,8 г отделили и добавили к 365 г 15%-ного раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).
- 35** При сгорании органического вещества, не содержащего кислорода, получили 61,6 г углекислого газа, 10,8 г воды и 4,48 л (н.у.) хлороводорода. Известно, что это вещество может быть получено взаимодействием соответствующего углеводорода с хлором на свету. На основании данных условия задания:
 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества и запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
 3) напишите уравнение реакции получения данного вещества взаимодействием соответствующего углеводорода с хлором на свету.





| РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | H ⁺ | Li ⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | NH ₄ ⁺ | Ba ²⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Sr ²⁺ | Al ³⁺ | Cr ³⁺ | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Mn ²⁺ | Zn ²⁺ | Ag ⁺ | Hg ²⁺ | Pb ²⁺ | Sn ²⁺ | Cu ²⁺ |
| OH ⁻ | | P | P | P | P | P | M | H | M | H | H | H | H | H | H | - | - | H | H | H |
| F ⁻ | P | M | P | P | P | M | H | H | H | M | H | H | H | P | P | P | - | H | P | P |
| Cl ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | H | P | M | P | P |
| Br ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | H | M | M | P | P |
| I ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | P | ? | P | P | H | H | H | M | ? |
| S ²⁻ | P | P | P | P | P | - | - | - | H | - | - | H | - | H | H | H | H | H | H | H |
| HS ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? |
| SO ₃ ²⁻ | P | P | P | P | P | H | H | M | H | ? | - | H | ? | ? | M | H | H | H | ? | ? |
| SO ₄ ²⁻ | P | P | P | P | P | H | M | P | H | P | P | P | P | P | P | M | - | H | P | P |
| HSO ₄ ⁻ | P | P | P | P | P | ? | ? | ? | - | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | H | ? | ? |
| NO ₃ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | - | P |
| NO ₂ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | ? | ? | ? | ? | M | ? | ? | ? | ? |
| PO ₄ ³⁻ | P | H | P | P | - | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| HPO ₄ ²⁻ | P | ? | P | P | P | H | H | M | H | ? | ? | H | ? | H | ? | ? | ? | M | H | ? |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | P | ? | P | P | P | ? | - | ? | ? |
| CO ₃ ²⁻ | P | P | P | P | P | H | H | H | H | ? | ? | H | - | H | H | H | H | H | ? | H |
| HCO ₃ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | P | ? | ? | ? | ? | ? | P | ? | ? |
| CH ₃ COO ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | - | P | P | - | P | P | P | P | P | - | P |
| SiO ₃ ²⁻ | H | H | P | P | ? | H | H | H | H | ? | ? | H | ? | H | H | ? | ? | H | ? | ? |
| MnO ₄ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | ? | ? | P | ? | ? | ? | ? | ? |
| Cr ₂ O ₇ ²⁻ | P | P | P | P | P | M | P | ? | H | ? | ? | ? | P | ? | ? | H | H | M | ? | P |
| CrO ₄ ²⁻ | P | P | P | P | P | H | P | P | H | ? | ? | ? | H | H | H | H | H | H | H | H |
| ClO ₃ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | ? | P | P | P | P | P | ? | P |
| ClO ₄ ⁻ | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | ? | P |

«P» – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)
 «H» – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды); «-» – в водной среде разлагается
 «?» – нет достоверных сведений о существовании соединений

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
 ↓
 активность металлов уменьшается

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

| | | Г р у п п ы | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | |
| П е р и о д ы | 1 | 1 H 1,008 Водород | | | | | | (H) | | | | 2 He 4,00 Гелий |
| | 2 | 3 Li 6,94 Литий | 4 Be 9,01 Бериллий | 5 10,81 B Бор | 6 12,01 C Углерод | 7 14,00 N Азот | 8 16,00 O Кислород | 9 19,00 F Фтор | | | | 10 Ne 20,18 Неон |
| | 3 | 11 Na 22,99 Натрий | 12 Mg 24,31 Магний | 13 26,98 Al Алюминий | 14 28,09 Si Кремний | 15 30,97 P Фосфор | 16 32,06 S Сера | 17 35,45 Cl Хлор | | | | 18 Ar 39,95 Аргон |
| | 4 | 19 K 39,10 Калий | 20 Ca 40,08 Кальций | 21 Sc 44,96 Скандий | 22 Ti 47,90 Титан | 23 V 50,94 Ванадий | 24 Cr 52,00 Хром | 25 Mn 54,94 Марганец | 26 Fe 55,85 Железо | 27 Co 58,93 Кобальт | 28 Ni 58,69 Никель | |
| | | 29 63,55 Cu Медь | 30 65,39 Zn Цинк | 31 69,72 Ga Галлий | 32 72,69 Ge Германий | 33 74,92 As Мышьяк | 34 78,96 Se Селен | 35 79,90 Br Бром | | | | 36 Kr 83,80 Криптон |
| | 5 | 37 Rb 85,47 Рубидий | 38 Sr 87,62 Стронций | 39 Y 88,91 Иттрий | 40 Zr 91,22 Цирконий | 41 Nb 92,91 Ниобий | 42 Mo 95,94 Молибден | 43 Tc 98,91 Технеций | 44 Ru 101,07 Рутений | 45 Rh 102,91 Родий | 46 Pd 106,42 Палладий | |
| | | 47 107,87 Ag Серебро | 48 112,41 Cd Кадмий | 49 114,82 In Индий | 50 118,69 Sn Олово | 51 121,75 Sb Сурьма | 52 127,60 Te Теллур | 53 126,90 I Иод | | | | 54 Xe 131,29 Ксенон |
| | 6 | 55 Cs 132,91 Цезий | 56 Ba 137,33 Барий | 57 La* 138,91 Лантан | 72 Hf 178,49 Гафний | 73 Ta 180,95 Тантал | 74 W 183,85 Вольфрам | 75 Re 186,21 Рений | 76 Os 190,2 Осмий | 77 Ir 192,22 Иридий | 78 Pt 195,08 Платина | |
| | | 79 196,97 Au Золото | 80 200,59 Hg Ртуть | 81 204,38 Tl Таллий | 82 207,2 Pb Свинец | 83 208,98 Bi Висмут | 84 [209] Po Полоний | 85 [210] At Астат | | | | 86 Rn [222] Радон |
| | 7 | 87 Fr [223] Франций | 88 Ra 226 Радий | 89 Ac** [227] Актиний | 104 Rf [261] Резерфордий | 105 Db [262] Дубний | 106 Sg [266] Сиборгий | 107 Bh [264] Борий | 108 Hs [269] Хассий | 109 Mt [268] Мейтнерий | 110 Ds [271] Дармштадтий | |
| | | 111 [280] Rg Рентгений | 112 [285] Cn Коперниций | 113 [286] Nh Нихоний | 114 [289] Fl Флеровий | 115 [290] Mc Московий | 116 [293] Lv Ливерморий | 117 [294] Ts Теннесси | | | | 118 Og [294] Оганесон |

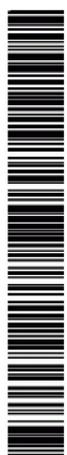
* Лантаноиды

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 58 Ce 140 Церий | 59 Pr 141 Прозеодим | 60 Nd 144 Неодим | 61 Pm [145] Прометий | 62 Sm 150 Самарий | 63 Eu 152 Европий | 64 Gd 157 Гадолиний | 65 Tb 159 Тербий | 66 Dy 162,5 Диспрозий | 67 Ho 165 Гольмий | 68 Er 167 Эрбий | 69 Tm 169 Тулий | 70 Yb 173 Иттербий | 71 Lu 175 Лютеций |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|

** Актиноиды

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 90 Th 232 Торий | 91 Pa 231 Протактиний | 92 U 238 Уран | 93 Np 237 Нептуний | 94 Pu [244] Плутоний | 95 Am [243] Америций | 96 Cm [247] Кюрий | 97 Bk [247] Берклий | 98 Cf [251] Калифорний | 99 Es [252] Эйнштейний | 100 Fm [257] Фермий | 101 Md [258] Менделеевий | 102 No [259] Нобелий | 103 Lr [262] Лоуренсий |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|





Система оценивания экзаменационной работы по химии

Часть 1

За правильный ответ на каждое из заданий 1–6, 11–15, 19–21, 26–29 ставится 1 балл.

Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде последовательности цифр или числа с заданной степенью точности.

| № задания | Ответ |
|-----------|-------|
| 1 | 45 |
| 2 | 123 |
| 3 | 45 |
| 4 | 34 |
| 5 | 134 |
| 6 | 23 |
| 11 | 345 |
| 12 | 24 |
| 13 | 13 |
| 14 | 12 |
| 15 | 14 |
| 19 | 14 |
| 20 | 15 |
| 21 | 224 |
| 26 | 443 |
| 27 | 5,7 |
| 28 | 78 |
| 29 | 4,48 |

Задания 7–10, 16–18, 22–25 считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ в заданиях 7–10, 16–18, 22–25 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

| № задания | Ответ |
|-----------|-------|
| 7 | 23 |
| 8 | 2421 |
| 9 | 2151 |
| 10 | 12 |
| 16 | 1345 |
| 17 | 1265 |
| 18 | 23 |
| 22 | 3411 |
| 23 | 1312 |
| 24 | 1212 |
| 25 | 2255 |

Часть 2

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: карбонат калия, хромат натрия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, иодид натрия, серная кислота. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

30 Из предложенного перечня веществ выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию двух солей и простого вещества. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. 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 Элементы ответа: 1) Выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции: $6\text{NaI} + 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель: $\begin{array}{l} 3 \mid 2\text{I}^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2^0 \\ 2 \mid \text{Cr}^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+3} \end{array}$ Иод в степени окисления -1 (или иодид натрия) является восстановителем. Хром в степени окисления $+6$ (или хромат натрия) – окислителем. | |
| Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы | 2 |
| Правильно записан один элемент ответа | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 2 |

31 Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

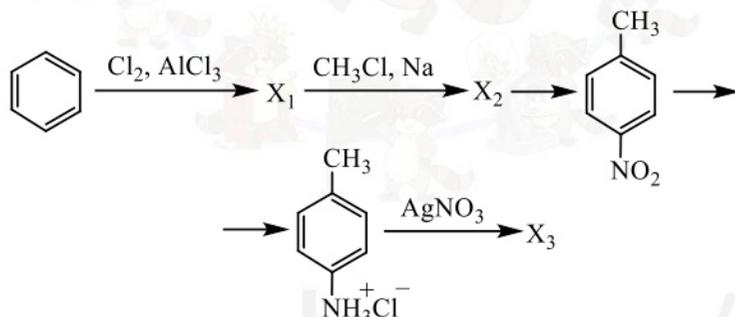
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|---|-------|
| Вариант ответа Элементы ответа: 1) Выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена: $2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2) Записаны полное и сокращённое ионные уравнения реакций: $2\text{Na}^+ + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | |
| Ответ правильный и полный, содержит все названные выше элементы | 2 |
| Правильно записан один элемент ответа | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 2 |



32 Сероводород пропустили через бромную воду. Образовавшийся при этом осадок обработали горячей концентрированной азотной кислотой. Выделившийся бурый газ пропустили через раствор гидроксида бария. При взаимодействии одной из образовавшихся солей с водным раствором перманганата калия образовался бурый осадок. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| Вариант ответа Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям: 1) $H_2S + Br_2 = S \downarrow + 2HBr$ 2) $S + 6HNO_3 \xrightarrow{t^{\circ}} H_2SO_4 + 6NO_2 \uparrow + 2H_2O$ 3) $4NO_2 + 2Ba(OH)_2 = Ba(NO_2)_2 + Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$ 4) $3Ba(NO_2)_2 + 4KMnO_4 + 2H_2O = 3Ba(NO_3)_2 + 4MnO_2 \downarrow + 4KOH$ | |
| Правильно записаны 4 уравнения реакций | 4 |
| Правильно записаны 3 уравнения реакций | 3 |
| Правильно записаны 2 уравнения реакций | 2 |
| Правильно записано 1 уравнение реакции | 1 |
| Все уравнения реакций записаны неверно | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 4 |

33 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 Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений: | |
| 1) <chem>c1ccccc1</chem> + $Cl_2 \xrightarrow{AlCl_3}$ <chem>Clc1ccccc1</chem> + HCl | |
| 2) <chem>Clc1ccccc1</chem> + $CH_3Cl + 2Na \rightarrow$ <chem>Cc1ccccc1</chem> + $2NaCl$ | |
| 3) <chem>Cc1ccccc1</chem> + $HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4 (конц.)}$ <chem>Cc1ccc([N+](=O)[O-])cc1</chem> + H_2O | |
| 4) <chem>Cc1ccc([N+](=O)[O-])cc1</chem> + $3Fe + 7HCl \rightarrow$ <chem>Cc1ccc([NH3+][Cl-])cc1</chem> + $3FeCl_2 + 2H_2O$ | |
| 5) <chem>Cc1ccc([NH3+][Cl-])cc1</chem> + $AgNO_3 \rightarrow$ <chem>Cc1ccc([NH3+][NO3-])cc1</chem> + $AgCl$ | |
| Правильно записаны 5 уравнений реакций | 5 |
| Правильно записаны 4 уравнения реакций | 4 |
| Правильно записаны 3 уравнения реакций | 3 |
| Правильно записаны 2 уравнения реакций | 2 |
| Правильно записано 1 уравнение реакции | 1 |
| Все уравнений реакций записаны неверно | 0 |
| <i>Максимальный балл</i> | 5 |



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

34 Смесь оксида меди(II) и меди общей массой 70,4 г с молярным соотношением 2 : 3 добавили к 392 г 10%-ного раствора серной кислоты. После завершения реакции к полученной смеси прибавили 28 г железа. Всю смесь железа и меди общей массой 68,8 г отделили и добавили к 365 г 15%-ного раствора соляной кислоты. Определите массовую долю соляной кислоты в полученном растворе.

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:</p> <p>[1] $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>[2] $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$</p> <p>[3] $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$</p> <p>Приведены необходимые вычисления:</p> <p>Пусть в исходной смеси было $2x$ моль CuO</p> <p>$n(\text{Cu в исходной смеси}) = 3/2n(\text{CuO в исходной смеси}) = 3x$ моль</p> <p>$m(\text{CuO в исходной смеси}) = 160x$ г</p> <p>$m(\text{Cu в исходной смеси}) = 192x$ г</p> <p>$160x + 192x = 70,4$ г</p> <p>$352x = 70,4$ г</p> <p>$x = 0,2$ моль</p> <p>$n(\text{Cu в исходной смеси}) = 0,6$ моль</p> <p>$m(\text{Cu в исходной смеси}) = 0,6 \cdot 64 = 38,4$ г</p> <p>$n(\text{CuO в исходной смеси}) = 0,4$ моль</p> <p>$m(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ исх.})_{[1]} = 392 \cdot 0,1 = 39,2$ г</p> <p>$n(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ исх.})_{[1]} = 39,2 / 98 = 0,4$ моль</p> <p>$n(\text{CuSO}_4 \text{ полученного})_{[1]} = n(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ исх.})_{[1]} = 0,4$ моль</p> <p>$n(\text{Fe исх.})_{[2]} = 28 / 56 = 0,5$ моль</p> <p>Пусть в реакцию [2] вступило y моль Fe</p> <p>$n(\text{Cu полученной})_{[2]} = n(\text{Fe прореаг.})_{[2]} = y$ моль</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>$m(\text{Fe прореаг.})_{[2]} = 56y$ г</p> <p>$m(\text{Cu полученной})_{[2]} = 64y$ г</p> <p>$38,4 + 28 - 56y + 64y = 68,8$ г</p> <p>$8y = 2,4$ г</p> <p>$y = 0,3$ моль</p> <p>$n(\text{Fe ост.})_{[2]} = 0,5 - 0,3 = 0,2$ моль</p> <p>$m(\text{Fe ост.})_{[2]} = 0,2 \cdot 56 = 11,2$ г</p> <p>$m(\text{HCl исх.})_{[3]} = 365 \cdot 0,15 = 54,75$ г</p> <p>$n(\text{HCl исх.})_{[3]} = 54,75 / 36,5 = 1,5$ моль</p> <p>$n(\text{H}_2 \text{ полученного})_{[3]} = n(\text{Fe ост.})_{[2]} = 0,2$ моль</p> <p>$m(\text{H}_2 \text{ полученного})_{[3]} = 0,2 \cdot 2 = 0,4$ г</p> <p>$n(\text{HCl прореаг.})_{[3]} = 2n(\text{Fe ост.})_{[2]} = 0,4$ моль</p> <p>$n(\text{HCl ост.})_{[3]} = 1,5 - 0,4 = 1,1$ моль</p> <p>$m(\text{HCl ост.})_{[3]} = 1,1 \cdot 36,5 = 40,15$ г</p> <p>$m(\text{р-ра}) = 365 + 11,2 - 0,4 = 375,8$ г</p> <p>$\omega(\text{HCl}) = 40,15 / 375,8 = 0,107$, или 10,7%</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 в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвертом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

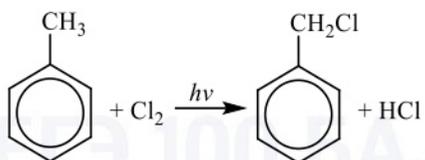


35 При сгорании органического вещества, не содержащего кислорода, получили 61,6 г углекислого газа, 10,8 г воды и 4,48 л (н.у.) хлороводорода. Известно, что это вещество может быть получено взаимодействием соответствующего углеводорода с хлором на свету.

На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества и запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения данного вещества взаимодействием соответствующего углеводорода с хлором на свету.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| <p>Вариант ответа</p> <p>Элементы ответа:</p> <p>Общая формула вещества – $C_xH_yCl_z$</p> <p>1) Найденны количества вещества продуктов сгорания и определена молекулярная формула вещества:</p> <p>$n(CO_2) = 61,6 / 44 = 1,4$ моль</p> <p>$n(H_2O) = 10,8 / 18 = 0,6$ моль</p> <p>$n(HCl) = 4,48 / 22,4 = 0,2$ моль</p> <p>$n(C) = n(CO_2) = 1,4$ моль</p> <p>$n(H) = 2n(H_2O) + n(HCl) = 1,4$ моль</p> <p>$n(Cl) = n(HCl) = 0,2$ моль</p> <p>$x : y : z = 1,4 : 1,4 : 0,2 = 7 : 7 : 1$</p> <p>Молекулярная формула вещества – C_7H_7Cl</p> <p>2) Составлена структурная формула вещества:</p>  <p>3) Написано уравнение реакции получения данного вещества взаимодействием соответствующего углеводорода с хлором на свету:</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 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 |
| <i>Максимальный балл</i> | 3 |

