



## 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: | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>3</td><td>5</td></tr></table> | 3  | 5     | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>3</td><td>3</td><td>5</td></tr></table> | 3 | 3 | 5 |  |
| 3   | 5      |  |  |       |  |   |   |   |  |
| 3   | 3      | 5  |  |       |  |   |   |   |  |
|     |        |  |  | Бланк |  |   |   |   |  |
|     | Ответ: | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr></table> | X  | Y     | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>8</td><td>4</td><td>2</td></tr></table> | 8 | 4 | 2 |  |
| X   | Y      |  |  |       |  |   |   |   |  |
| 8   | 4      | 2  |  |       |  |   |   |   |  |
|     |        | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>4</td><td>2</td></tr></table> | 4  | 2     |  |   |   |   |  |
| 4   | 2      |  |  |       |  |   |   |   |  |
|     | Ответ: | <u>3,4</u>   | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>2</td><td>7</td><td>3</td><td>,</td><td>4</td></tr></table> | 2     | 7  | 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.

Желааем 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 пишите 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) Ca    2) Si    3) P    4) Be    5) S

1 Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое число валентных электронов.

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 одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их атомного радиуса.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 

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

3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют постоянную степень окисления в соединениях.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 

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





**4** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые имеют атомную кристаллическую решетку в твердом состоянии.

- 1) алмаз
- 2) гидроксид натрия
- 3) железо
- 4) углекислый газ
- 5) графит

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

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

**5** Установите соответствие между классом (группой) неорганических веществ и химической формулой вещества, принадлежащего к этому классу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

| КЛАСС (ГРУППА)<br>ВЕЩЕСТВА | ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА                |
|----------------------------|-----------------------------------|
| A) соли                    | 1) CO                             |
| B) амфотерные оксиды       | 2) CO <sub>2</sub>                |
| B) основные оксиды         | 3) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|                            | 4) Al(OH) <sub>3</sub>            |
|                            | 5) KAlO <sub>2</sub>              |
|                            | 6) Ag <sub>2</sub> O              |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|   |   |   |
|---|---|---|
| A | Б | В |
|   |   |   |

**6** Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми могут реагировать как углерод, так и калий.

- 1) алюминий
- 2) водород
- 3) оксид натрия
- 4) оксид углерода(II)
- 5) кислород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

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

**7** Даны две пробирки с раствором гидрокарбоната кальция. В одну из них добавили раствор вещества X, а в другую – раствор вещества Y. В результате в пробирке с веществом X наблюдали выделение газа, а в пробирке с веществом Y наблюдали выпадение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) CO<sub>2</sub>
- 2) HNO<sub>3</sub>
- 3) CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>
- 4) Ca(OH)<sub>2</sub>
- 5) BaCO<sub>3</sub>

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

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

Ответ:

Заходите в группу [vk.com/examtop](https://vk.com/examtop)

Там я размещаю тематические тренировочные задания, видеоуроки и другие материалы для подготовки к ЕГЭ по химии



**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) Cu                      | 1) $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.), $\text{Br}_2$ , $\text{AgNO}_3$           |
| B) $\text{Cr}_2\text{O}_3$ | 2) $\text{F}_2$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ |
| B) NaCl                    | 3) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , $\text{O}_2$ , S                                |
| Г) $\text{HNO}_3$          | 4) $\text{NaOH}$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ , C                                |
|                            | 5) K, $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_2\text{O}$                          |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Ответ: | A | Б | В | Г |
|--------|---|---|---|---|
|        |   |   |   |   |

**9** Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

| РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА                                      | ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ   |
|---|--|
| A) $\text{Cl}_2\text{O}$ и холодный раствор $\text{NaOH}$ | 1) $\text{NaClO}$ , $\text{NaCl}$ и $\text{H}_2\text{O}$   |
| Б) $\text{Cl}_2$ и горячий раствор $\text{NaOH}$          | 2) $\text{Na}_2\text{O}$                                   |
| В) $\text{Cl}_2$ и холодный раствор $\text{NaOH}$         | 3) $\text{NaClO}_3$ , $\text{NaCl}$ и $\text{H}_2\text{O}$ |
| Г) $\text{Na}_2\text{O}_2$ и Na                           | 4) $\text{NaCl}$ и $\text{H}_2\text{O}$                    |
|   | 5) $\text{NaClO}$ и $\text{H}_2\text{O}$                   |
|   | 6) $\text{NaClO}_2$ , $\text{NaCl}$ и $\text{H}_2\text{O}$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Ответ: | A | Б | В | Г |
|--------|---|---|---|---|
|        |   |   |   |   |

**10** Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- 2)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 3)  $\text{HNO}_3$  (конц.)
- 4)  $\text{BaCl}_2$
- 5)  $\text{HCl}$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

| Ответ: | X | Y |
|--------|---|---|
|        |   |   |

**11** Установите соответствие между формулой вещества и классом (группой) органических соединений, к которому(-ой) оно принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

#### ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

#### КЛАСС (ГРУППА) ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- |  |                  |
|--|------------------|
| A) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | 1) сложные эфиры |
| Б) $\text{HCOOC}_2$                    | 2) простые эфиры |
| В) $\text{CH}_3\text{OCH}_3$           | 3) кетоны        |
|  | 4) углеводы      |
|  | 5) амины         |
|  | 6) углеводороды  |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Ответ: | A | Б | В |
|--------|---|---|---|
|        |   |   |   |





**12** Из предложенного перечня выберите два вещества, которые имеют межклассовые изомеры.

- 1) бутадиен-1,3
- 2) 2-метилбутан
- 3) метиламин
- 4) пропионовая кислота
- 5) метанол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

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

**13** Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми могут взаимодействовать циклопропан, и пропен.

- 1) хлороводород
- 2) бром
- 3) метан
- 4) гидроксид натрия
- 5) гидроксид меди(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

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

**14** Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми может взаимодействовать пропантиол-1,2,3.

- 1) вода
- 2) азотная кислота
- 3) гидроксид меди(II)
- 4) водород
- 5) гидроксид железа(III)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

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

**15** Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми может взаимодействовать метиламин.

- 1) иодоводород
- 2) бензол
- 3) гидроксид калия
- 4) хлорэтан
- 5) анилин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ: 

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

**16** Установите соответствие между углеводородом и продуктом, который преимущественно образуется при гидрировании этого углеводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УГЛЕВОДОРОД

- A) этилен
- B) пропин
- V) ацетилен
- Г) бутен-1

ПРОДУКТ ГИДРИРОВАНИЯ

- 1) бутан
- 2) этан
- 3) пропан
- 4) бензол
- 5) циклогексан
- 6) метан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | Б | В | Г |
|   |   |   |   |



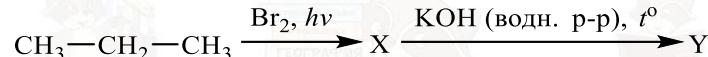
**17** Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

| РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА                                 | ПРОДУКТ РЕАКЦИИ     |
|--|---------------------|
| A) бензойная кислота и раствор гидрокарбоната натрия | 1) бензол           |
| B) фенол и раствор гидроксида натрия                 | 2) бензоат натрия   |
| V) фенол и натрий                                    | 3) этилат меди(II)  |
| Г) этаналь и гидроксид меди(II) (при нагревании)     | 4) этановая кислота |
|  | 5) ацетат меди(II)  |
|  | 6) фенолят натрия   |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| A | Б | В | Г |
|---|---|---|---|
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |

**18** Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) 1-бромпропан
- 2) 2-бромпропан
- 3) пропанол-1
- 4) пропанол-2
- 5) пропен

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

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

**19** Из предложенного перечня выберите все эндотермические реакции.

- 1)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$
- 2)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
- 3)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
- 4)  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$
- 5)  $2\text{SO}_3 = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ: \_\_\_\_\_

**20** Из предложенного перечня выберите все внешние воздействия, которые практически не оказывают влияния на скорость химической реакции между раствором уксусной кислоты и мрамором.

- 1) измельчение мрамора
- 2) повышение давления
- 3) повышение температуры
- 4) понижение давления
- 5) понижение температуры

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ: \_\_\_\_\_



**21** Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления восстановителя в данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ  
ОКИСЛЕНИЯ  
ВОССТАНОВИТЕЛЯ

- |  |                        |
|--|------------------------|
| A) $\text{PH}_3 + 8\text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t^{\circ}} \text{H}_3\text{PO}_4 +$ | 1) $-1 \rightarrow 0$  |
|  | 2) $-3 \rightarrow +5$ |
| $8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$   | 3) $0 \rightarrow +1$  |
| B) $2\text{Fe(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe(OH)}_3$                                  | 4) $+2 \rightarrow +3$ |
| B) $2\text{NaBr} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Br}_2 +$                        | 5) $0 \rightarrow +2$  |
| $\text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$                                   | 6) $+4 \rightarrow +2$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|   |   |   |
|---|---|---|
| A | Б | В |
|   |   |   |
|   |   |   |

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

## ФОРМУЛА СОЛИ

## ПРОДУКТ НА АНОДЕ

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| A) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  | 1) $\text{O}_2$  |
| Б) $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ | 2) $\text{N}_2$  |
| В) $\text{NaCl}$               | 3) $\text{Cl}_2$ |
| Г) $\text{CuSO}_4$             | 4) $\text{NO}_2$ |
|                                | 5) $\text{S}$    |
|                                | 6) $\text{H}_2$  |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | Б | В | Г |
|   |   |   |   |
|   |   |   |   |

**23** Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ФОРМУЛА СОЛИ

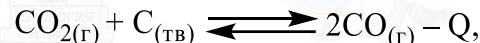
## СРЕДА РАСТВОРА

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| A) $\text{K}_3\text{PO}_4$ | 1) нейтральная |
| Б) $\text{BeCl}_2$         | 2) кислая      |
| В) $\text{CuSO}_4$         | 3) щелочная    |
| Г) $\text{SrCl}_2$         |                |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|        |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|
| Ответ: | A | 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  
СИСТЕМУСМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО  
РАВНОВЕСИЯ

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| A) введение катализатора                   | 1) в сторону прямой реакции   |
| Б) повышение давления                      | 2) в сторону обратной реакции |
| В) повышение концентрации углекислого газа | 3) практически не смещается   |
| Г) повышение температуры                   |                               |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

|        |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|
| Ответ: | A | Б | В | Г |
|        |   |   |   |   |



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

## ВЕЩЕСТВА

## РЕАКТИВ

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| A) HBr и KBr   | 1) NaCl (р-р)               |
| B) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> и MgSO <sub>4</sub> | 2) HNO <sub>3</sub> (разб.) |
| C) KCl и K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                                | 3) NaOH (р-р)               |
| D) CuCl <sub>2</sub> и Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>               | 4) AgNO <sub>3</sub> (р-р)  |
|  | 5) Fe                       |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

**26** Установите соответствие между продуктом химической промышленности и аппаратом, который используется при производстве этого продукта: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## ПРОДУКТ

## АППАРАТ

- |            |                         |
|------------|-------------------------|
| A) метанол | 1) доменная печь        |
| B) аммиак  | 2) электролизер         |
| C) натрий  | 3) колонна синтеза      |
|            | 4) поглотительная башня |
|            | 5) сушильная башня      |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

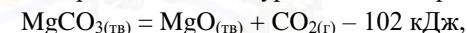
| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

**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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

**27** К 110 г раствора с массовой долей хлорида натрия 20% добавили 22 мл воды и 18 г этой же соли. Вычислите массовую долю соли (в процентах) в полученном растворе.

Ответ: \_\_\_\_\_ % (Запишите число с точностью до десятых.)

**28** В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа. Определите количество теплоты (в килоджоулях), затраченной при этом.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж (Запишите число с точностью до десятых.)

**29** Рассчитайте массу гидроксида натрия (в граммах), необходимого для нейтрализации 300 г уксусной кислоты.

Ответ: \_\_\_\_\_ г (Запишите число с точностью до целых.)

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

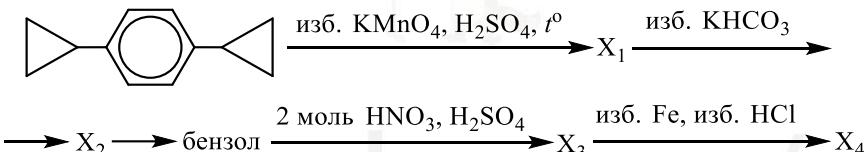


**Часть 2**

**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: хлор, дигидрофосфат магния, пероксид водорода, серная кислота, сульфат железа(II), гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием двух средних солей и бурого осадка. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель в этой реакции.
- 31** Из предложенного перечня выберите основание. Запишите уравнение реакции ионного обмена с участием этого вещества, которая сопровождается образованием двух средних солей. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения только одной из возможных реакций.
- 32** Пирит при нагревании полностью растворили в необходимом количестве концентрированной серной кислоты, при этом образовался бесцветный газ с резким запахом. Этот газ прореагировал с пероксидом натрия. Полученное вещество растворили в воде и добавили раствор иодида стронция. Выпавший осадок отделили, а к оставшемуся раствору прилили раствор, содержащий хлорат калия и серную кислоту.
- 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** Для проведения электролиза взяли раствор нитрата серебра. После того как объём газа, выделившийся на аноде, оказался в 1,2 раза меньше объёма газа, выделившегося на катоде, процесс остановили. (Объёмы газов измерены при одинаковых условиях). Масса образовавшегося в процессе электролиза раствора оказалась на 51,8% меньше массы исходного раствора. К полученному раствору добавили равный ему по массе 20%-ный раствор гидроксида натрия. Определите среду конечного раствора и массовую долю соли в нём. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

- 35** Органическое вещество А содержит 5,98% азота, 51,28% углерода и 34,19% брома по массе. Вещество А может быть получено при взаимодействии вторичного амина Б с бромциклогексаном. В молекуле вторичного амина Б отсутствуют метильные группы.

На основании данных условия задания:

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

**О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»**

Данный ким составлен командой всероссийского волонтёрского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

**Нашли ошибку в варианте?**

**Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!**

Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_41259310](https://vk.com/topic-10175642_41259310)  
(также доступны другие варианты для скачивания)

**СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:**

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>ФИО:</b>         | <b>Ермолаев Иван Сергеевич</b>                                       |
| <b>Предмет:</b>     | <b>Химия</b>   |
| <b>Стаж:</b>        | <b>С 2010 года</b>   |
| <b>Образование:</b> | <b>Выпускник химического факультета<br/>МГУ им. М. В. Ломоносова</b> |
| <b>Группа ВК:</b>   | <b><a href="https://vk.com/examtop">https://vk.com/examtop</a></b>   |

**ЕГЭ 100 БАЛЛОВ**  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ  
[VK.COM/EGE100BALLOV](https://vk.com/ege100ballov)



**vk.com/ege100ballov**





|  | H <sup>+</sup> | Li <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Cr <sup>3+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Cu <sup>2+</sup> |
|--|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| OH <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | M                | H                | M                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | -               | -                | H                | H                | H                |
| F <sup>-</sup>                               | P              | M               | P              | P               | P                            | M                | H                | H                | H                | M                | H                | H                | H                | P                | P                | P               | -                | H                | P                | P                |
| Cl <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | H               | P                | M                | P                | P                |
| Br <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | H               | M                | M                | P                | P                |
| I <sup>-</sup>                               | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | H               | H                | M                | ?                | ?                |
| S <sup>2-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | -                | -                | H                | -                | -                | H                | -                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | H                |
| HS <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | H                | M                | H                | ?                | -                | H                | ?                | ?                | M                | H               | H                | H                | ?                | ?                |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | M                | P                | H                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | M               | -                | H                | P                | P                |
| HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | ?                | ?                | -                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | H                | ?                | ?                |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                 | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P               | P                | P                | -                | P                |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                 | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | M               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>                | P              | H               | P              | P               | -                            | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | H                |
| HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | P              | ?               | P              | P               | P                            | H                | H                | M                | H                | ?                | ?                | H                | ?                | H                | ?                | ?               | ?                | M                | H                | ?                |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>  | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | P                | ?                | P                | P                | P               | ?                | -                | ?                | ?                |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | H                | H                | H                | ?                | ?                | H                | -                | H                | H                | H               | H                | H                | ?                | H                |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | P                | ?                | ?                | ?                | ?               | P                | ?                | P                | ?                |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>             | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | -                | P                | P                | -                | P                | P               | P                | P                | -                | P                |
| SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>               | H              | H               | P              | P               | ?                            | H                | H                | H                | H                | ?                | ?                | H                | ?                | H                | H                | ?               | ?                | H                | ?                | ?                |
| MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | P                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> | P              | P               | P              | P               | P                            | M                | P                | ?                | H                | ?                | ?                | ?                | P                | ?                | ?                | H               | H                | M                | ?                | P                |
| CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | P                | P                | H                | ?                | ?                | ?                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | H                |
| ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | P                | P               | P                | P                | ?                | P                |
| ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                | 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 H<sub>2</sub>O); «M» – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
 «Н» – 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 (H<sub>2</sub>) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается





### Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

|   |   | Группы  |                                 |                                  |                                    |                                |                                 |                                 |                                 |                                  |   |
|---|---|---|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|
|   |   | I   | II                              | III                              | IV                                 | V                              | VI                              | VII                             | VIII                            |                                  |   |
| П | 1 | <sup>1</sup><br>H <sub>1,008</sub><br>Водород |                                 |                                  |                                    |                                |                                 | (H)                             |                                 |                                  | <sup>2</sup><br>He <sub>4,00</sub><br>Гелий |
|   | 2 | Li <sub>6,94</sub><br>Литий                   | Be <sub>9,01</sub><br>Бериллий  | B <sub>10,81</sub><br>Бор        | C <sub>12,01</sub><br>Углерод      | N <sub>14,00</sub><br>Азот     | O <sub>16,00</sub><br>Кислород  | F <sub>19,00</sub><br>Фтор      |                                 |                                  | Ne <sub>20,18</sub><br>Неон                 |
| Р | 3 | Na <sub>22,99</sub><br>Натрий                 | Mg <sub>24,31</sub><br>Магний   | Al <sub>26,98</sub><br>Алюминий  | Si <sub>28,09</sub><br>Кремний     | P <sub>30,97</sub><br>Фосфор   | S <sub>32,06</sub><br>Сера      | Cl <sub>35,45</sub><br>Хлор     |                                 |                                  | Ar <sub>39,95</sub><br>Аргон                |
|   | 4 | K <sub>39,10</sub><br>Калий                   | Ca <sub>40,08</sub><br>Кальций  | Sc <sub>44,96</sub><br>Скандий   | Ti <sub>47,90</sub><br>Титан       | V <sub>50,94</sub><br>Ванадий  | Cr <sub>52,00</sub><br>Хром     | Mn <sub>54,94</sub><br>Марганец | Fe <sub>55,85</sub><br>Железо   | Co <sub>58,93</sub><br>Кобальт   | Ni <sub>58,69</sub><br>Никель               |
|   | 5 | Rb <sub>85,47</sub><br>Рубидий                | Sr <sub>87,62</sub><br>Стронций | Y <sub>88,91</sub><br>Иттрий     | Zr <sub>91,22</sub><br>Цирконий    | Nb <sub>92,91</sub><br>Ниобий  | Mo <sub>95,94</sub><br>Молибден | Tc <sub>98,91</sub><br>Технеций | Ru <sub>101,07</sub><br>Рутений | Rh <sub>102,91</sub><br>Родий    | Pd <sub>106,42</sub><br>Палладий            |
|   | 6 | Ag <sub>107,87</sub><br>Серебро               | Cd <sub>112,41</sub><br>Кадмий  | In <sub>114,82</sub><br>Индий    | Sn <sub>118,69</sub><br>Олово      | Sb <sub>121,75</sub><br>Сурьма | Te <sub>127,60</sub><br>Теллур  | I <sub>126,90</sub><br>Иод      |                                 |                                  | Xe <sub>131,29</sub><br>Ксенон              |
|   | 7 | Cs <sub>132,91</sub><br>Цезий                 | Ba <sub>137,33</sub><br>Барий   | La <sub>138,91</sub><br>Лантан   | Hf <sub>178,49</sub><br>Гафний     | Ta <sub>180,95</sub><br>Тантал | W <sub>183,65</sub><br>Вольфрам | Re <sub>186,21</sub><br>Рений   | Os <sub>190,2</sub><br>Оsmий    | Ir <sub>192,22</sub><br>Иридий   | Pt <sub>195,06</sub><br>Платина             |
|   |   | Au <sub>196,97</sub><br>Золото                | Hg <sub>200,59</sub><br>Ртуть   | Tl <sub>204,38</sub><br>Таллий   | Pb <sub>207,2</sub><br>Свинец      | Bi <sub>208,98</sub><br>Висмут | [209] Po<br>Полоний             | [210] At<br>Астат               |                                 |                                  | Rn <sub>[222]</sub><br>Радон                |
|   |   | Fr <sub>[223]</sub><br>Франций                | Ra <sub>[226]</sub><br>Радий    | Ac <sup>+</sup> [227]<br>Актиний | Rf <sub>[261]</sub><br>Резерфордий | Db <sub>[262]</sub><br>Дубний  | Sg <sub>[266]</sub><br>Сиборгий | Bh <sub>[264]</sub><br>Борий    | Hs <sub>[269]</sub><br>Хассий   | Mt <sub>[268]</sub><br>Мейтнерий | Ds <sub>[271]</sub><br>Дармштадтий          |
|   |   | [280] Rg<br>Рентгений                         | [285] Cn<br>Коперниций          | [286] Nh<br>Нихоний              | [289] Fl<br>Флеровий               | [290] Mc<br>Московий           | [293] Lv<br>Ливерморий          | [294] Ts<br>Теннесий            |                                 |                                  | Og <sub>[294]</sub><br>Оганесон             |

\* Лантаноиды

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

\*\* Актиноиды

|                                  |  |                                |                                     |                                       |                                       |                                    |                                      |   |   |                                      |   |                                       |   |
|----------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---|---|--------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| 90<br>Th <sub>232</sub><br>Торий | 91<br>Pa <sub>231</sub><br>Протактиний | 92<br>U <sub>238</sub><br>Уран | 93<br>Np <sub>237</sub><br>Нептуний | 94<br>Pu <sub>[244]</sub><br>Плутоний | 95<br>Am <sub>[243]</sub><br>Америций | 96<br>Cm <sub>[247]</sub><br>Корий | 97<br>Bk <sub>[247]</sub><br>Берклий | 98<br>Cf <sub>[251]</sub><br>Калифорний | 99<br>Es <sub>[252]</sub><br>Эйнштейний | 100<br>Fm <sub>[257]</sub><br>Фермий | 101<br>Md <sub>[258]</sub><br>Менделеевий | 102<br>No <sub>[259]</sub><br>Нобелий | 103<br>Lr <sub>[262]</sub><br>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         | 14    |
| 2         | 235   |
| 3         | 14    |
| 4         | 15    |
| 5         | 536   |
| 6         | 25    |
| 11        | 412   |
| 12        | 14    |
| 13        | 12    |
| 14        | 23    |
| 15        | 14    |
| 19        | 15    |
| 20        | 24    |
| 21        | 241   |
| 26        | 332   |
| 27        | 26,7  |
| 28        | 20,4  |
| 29        | 200   |

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         | 24    |
| 8         | 1424  |
| 9         | 5312  |
| 10        | 25    |
| 16        | 2321  |
| 17        | 2664  |
| 18        | 24    |
| 22        | 1131  |
| 23        | 3221  |
| 24        | 3211  |
| 25        | 5324  |



## Часть 2

## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: хлор, дигидрофосфат магния, пероксид водорода, серная кислота, сульфат железа(II), гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием двух средних солей и бурого осадка. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель в этой реакции.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)   | Баллы |
|--|-------|
| Вариант ответа   |       |
| Элементы ответа:   |       |
| 1) Выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции:<br>$2\text{FeSO}_4 + \text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 2\text{Fe(OH)}_3 + 2\text{KCl} + 2\text{K}_2\text{SO}_4$  |       |
| 2) Составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель:<br>$\begin{array}{r} 2 \left  \text{Fe}^{+2} - 1\bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{+3} \right. \\ 1 \quad \text{Cl}_2^0 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{Cl}^- \end{array}$ |       |
| Хлор является окислителем.   |       |
| Железо в степени окисления +2 (или сульфат железа(II)) – восстановителем.  |       |
| 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 выберите основание. Запишите уравнение реакции ионного обмена с участием этого вещества, которая сопровождается образованием двух средних солей. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения только одной из возможных реакций.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)   | Баллы |
|--|-------|
| Вариант ответа   |       |
| Элементы ответа:   |       |
| 1) Выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена:<br>$3\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 12\text{KOH} = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{K}_3\text{PO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$  |       |
| 2) Записаны полное и сокращенное ионное уравнения реакций:<br>$3\text{Mg}^{2+} + 6\text{H}_2\text{PO}_4^- + 12\text{K}^+ + 12\text{OH}^- = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 12\text{K}^+ + 4\text{PO}_4^{3-} + 12\text{H}_2\text{O}$<br>$3\text{Mg}^{2+} + 6\text{H}_2\text{PO}_4^- + 12\text{OH}^- = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{PO}_4^{3-} + 12\text{H}_2\text{O}$ |       |
| 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     |

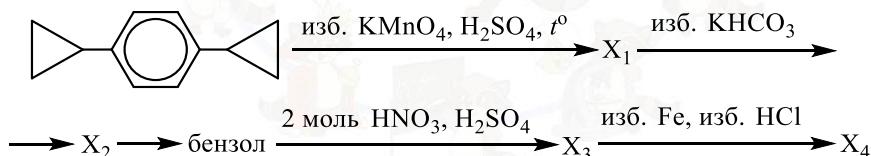


**32** Пирит при нагревании полностью растворили в необходимом количестве концентрированной серной кислоты, при этом образовался бесцветный газ с резким запахом. Этот газ прореагировал с пероксидом натрия. Полученное вещество растворили в воде и добавили раствор иодида стронция. Выпавший осадок отделили, а к оставшемуся раствору прилили раствор, содержащий хлорат калия и серную кислоту.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)               | Баллы |
|--|-------|
| Вариант ответа   |       |
| Ответ включает в себя четыре уравнения возможных реакций, соответствующих описанным превращениям:                                    |       |
| 1) $2\text{FeS}_2 + 14\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 15\text{SO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$                     |       |
| 2) $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$  |       |
| 3) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SrI}_2 = \text{SrSO}_4 + 2\text{NaI}$   |       |
| 4) $6\text{NaI} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + \text{KCl} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ |       |
| 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<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)   | Баллы |
|--|-------|
| Вариант ответа   |       |
| Ответ включает в себя пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений:   |       |
| 1) $5 \text{C}_6\text{H}_6 + 32\text{KMnO}_4 + 48\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t^\circ} 5 \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2 + 20\text{CO}_2 + 32\text{MnSO}_4 + 16\text{K}_2\text{SO}_4 + 68\text{H}_2\text{O}$ |       |
| 2) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2 + 2\text{KHCO}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   |       |
| 3) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})_2 + 2\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_6\text{H}_4 + 2\text{K}_2\text{CO}_3$   |       |
| 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + 2\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   |       |
| 5) $\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2 + 6\text{Fe} + 14\text{HCl} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_3^+)(\text{Cl}^-) + 6\text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$   |       |
| 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

Для проведения электролиза взяли раствор нитрата серебра. После того как объём газа, выделившийся на аноде, оказался в 1,2 раза меньше объёма газа, выделившегося на катоде, процесс остановили. (Объёмы газов измерены при одинаковых условиях). Масса образовавшегося в процессе электролиза раствора оказалась на 51,8% меньше массы исходного раствора. К полученному раствору добавили равный ему по массе 20%-ный раствор гидроксида натрия. Определите среду конечного раствора и массовую долю соли в нём.

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<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)   | Баллы |
|--|-------|
| <p>Вариант ответа</p> <p>Записаны уравнения реакций:</p> <p>[1] <math>4\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2</math> (электролиз)<br/> [2] <math>2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2</math> (электролиз)<br/> [3] <math>\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Приведены необходимые вычисления:</p> <p>Пусть масса исходного раствора составляет 100 г, в реакцию [1] вступило <math>x</math> моль <math>\text{AgNO}_3</math>, а в реакцию [2] вступило <math>y</math> моль <math>\text{H}_2\text{O}</math></p> $n(\text{O}_2 \text{ полученного})_{[1]} = 0,25n(\text{AgNO}_3 \text{ прореаг.})_{[1]} = 0,25x \text{ моль}$ $n(\text{O}_2 \text{ полученного})_{[2]} = 0,5n(\text{H}_2\text{O прореаг.})_{[2]} = 0,5y \text{ моль}$ $n(\text{O}_2 \text{ полученного})_{[1]} \text{ и } [2] = 0,25x + 0,5y \text{ моль}$ $m(\text{O}_2 \text{ полученного})_{[1]} \text{ и } [2] = 32(0,25x + 0,5y) \text{ г}$ $n(\text{H}_2 \text{ полученного})_{[2]} = n(\text{H}_2\text{O прореаг.})_{[2]} = y \text{ моль}$ $m(\text{H}_2 \text{ полученного})_{[2]} = 2y \text{ г}$ $n(\text{Ag полученного})_{[1]} = n(\text{AgNO}_3 \text{ прореаг.})_{[1]} = x \text{ моль}$ $m(\text{Ag полученного})_{[1]} = 108x \text{ г}$ $m(\text{p-ра после электролиза}) = 100 \cdot (1 - 0,518) = 48,2 \text{ г}$ $\begin{cases} 1,2(0,25x + 0,5y) = y \\ 100 - 108x - 32(0,25x + 0,5y) - 2y = 48,2 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,4 \text{ моль} \\ y = 0,3 \text{ моль} \end{cases}$ |       |

$n(\text{HNO}_3 \text{ полученной})_{[1]} = n(\text{AgNO}_3 \text{ прореаг.})_{[1]} = 0,4 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaOH исх.})_{[3]} = 48,2 \cdot 0,2 = 9,64 \text{ г}$   
 $n(\text{NaOH исх.})_{[3]} = 9,64 / 40 = 0,241 \text{ моль}$   
 $\text{HNO}_3 \text{ в избытке по [3]}$   
 $n(\text{NaNO}_3 \text{ полученного})_{[3]} = n(\text{NaOH исх.})_{[3]} = 0,241 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaNO}_3 \text{ полученного})_{[3]} = 0,241 \cdot 85 = 20,485 \text{ г}$   
 $m(\text{конечного р-ра}) = 48,2 + 48,2 = 96,4 \text{ г}$   
 $\omega(\text{NaNO}_3) = 20,485 / 96,4 = 0,2125, \text{ или } 21,25\%$   
 В конечном растворе кислая среда

|   |   |
|---|---|
| Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:   | 4 |
| • 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  |   |
| 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 четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.





35

Органическое вещество А содержит 5,98% азота, 51,28% углерода и 34,19% брома по массе. Вещество А может быть получено при взаимодействии вторичного амина Б с бромциклогексаном. В молекуле вторичного амина Б отсутствуют метильные группы.

На основании данных условия задания:

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

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)  | Баллы |
|---|-------|
| <p>Вариант ответа</p> <p>Элементы ответа:</p> <p>Общая формула вещества А – <math>C_xH_yBr_zN_m</math></p> <p>1) Найдена массовая доля водорода, и составлено выражение для определения соотношения числа атомов углерода, водорода, брома и азота в составе вещества А:</p> $\omega(H) = 100 - 5,98 - 51,28 - 34,19 = 8,55\%$ $x : y : z : m = 51,28 / 12 : 8,55 / 1 : 34,19 / 80 : 5,98 / 14$ <p>Установлено соотношение числа атомов С, Н, Br и N в веществе А:</p> $x : y : z : m = 4,273 : 8,55 : 0,427 : 0,427 = 10 : 20 : 1 : 1$ <p>Молекулярная формула вещества А – <math>C_{10}H_{20}BrN</math></p> <p>2) Составлена структурная формула вещества:</p> <p></p> <p>3) Составлено уравнение реакции получения данного вещества:</p> <p></p> |       |

|   |          |
|---|----------|
| Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:   | 3        |
| • 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  |          |
| Правильно записаны два элемента ответа  | 2        |
| Правильно записан один элемент ответа   | 1        |
| Все элементы ответа записаны неверно  | 0        |
| <i>Максимальный балл</i>  | <i>3</i> |

