

# Единый государственный экзамен по ХИМИИ

## Инструкция по выполнению работы

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

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

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

КИМ

[illegible]

Бланк

|        |   |   |
|--------|---|---|
|        | X | Y |
| Ответ: | 4 | 2 |

Ответ: 3,4      3 , 4

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

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

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

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

Для вычислений используйте непрограммируемый калькулятор.

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

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

***Желаем успеха!***

## Часть 1

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

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

1) H            2) O            3) Mg            4) V            5) F

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

1

Определите, атомы каких двух из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат во внешнем электронном слое одинаковое число электронов.

Запишите номера выбранных элементов.

|        |  |  |
|--------|--|--|
| ОТВЕТ: |  |  |
|--------|--|--|

2

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

Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения окислительных свойств соответствующих им простых веществ.

Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

|        |  |  |  |
|--------|--|--|--|
| ОТВЕТ: |  |  |  |
|--------|--|--|--|

3

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, у каждого из которых разность между значениями его высшей и низшей степеней окисления равна 2.

Запишите номера выбранных элементов.

|        |  |  |
|--------|--|--|
| ОТВЕТ: |  |  |
|--------|--|--|

4 Из предложенного перечня выберите два вещества с ионной кристаллической решёткой, которые имеют ковалентную полярную химическую связь.

- 1) хлорид серы(II)
- 2) карбонат стронция
- 3) карбид кальция
- 4) гидроксид бария
- 5) сероводород

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

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

5 Среди предложенных формул/названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы/названия: А) нерастворимого основания; Б) кислой соли; В) амфотерного оксида.

|                      |                      |                        |
|----------------------|----------------------|------------------------|
| 1<br>гашёная известь | 2<br>гидроксид бария | 3<br>аммиачная селитра |
| 4<br>$N_2O_3$        | 5<br>$HClO$          | 6<br>оксид железа(III) |
| 7<br>$NH_4HCO_3$     | 8<br>$MgO$           | 9<br>$Cr(OH)_2$        |

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

Ответ:

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

6 Даны две пробирки с твёрдым веществом X. В одну из них добавили воду и пропускали углекислый газ, при этом образовался прозрачный раствор. В другую пробирку добавили раствор вещества Y, при этом наблюдали полное растворение вещества X и выделение газа. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) NaOH
- 2)  $Cu_2O$
- 3)  $HNO_3$
- 4)  $BaCO_3$
- 5)  $H_2SO_4$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

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

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

ВЕЩЕСТВО

- А)  $P_2O_5$
- Б) NaOH (p-p)
- В)  $Na_3PO_4$
- Г)  $KClO_3$

РЕАГЕНТЫ

- 1) HBr,  $P_4$ , S
- 2)  $H_2O$ , NaOH, CaO
- 3)  $MgSO_4$ , HBr,  $Ba(OH)_2$
- 4)  $CO_2$ , S,  $NH_3$
- 5)  $Fe(NO_3)_3$  (p-p),  $Ca(OH)_2$ ,  $SO_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 8 Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

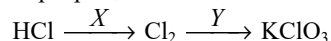
| ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА   | ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ   |
|---|--|
| А) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{K}_2\text{CO}_3$ (р-р) | 1) $\text{FeCO}_3$ и $\text{KNO}_3$                                |
| Б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{K}_2\text{CO}_3$ (р-р) | 2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{NO}$ и $\text{H}_2\text{O}$ |
| В) $\text{Cu}$ и $\text{HNO}_3$ (разб.)                       | 3) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{H}_2\text{O}$               |
| Г) $\text{CuO}$ и $\text{HNO}_3$ (разб.)                      | 4) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , $\text{CO}_2$ и $\text{KNO}_3$       |
|   | 5) $\text{FeCO}_3$ , $\text{CO}_2$ и $\text{KNO}_3$                |
|   | 6) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{H}_2$                       |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 9 Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1)  $\text{KOH}$  (р-р,  $100^\circ\text{C}$ )
- 2)  $\text{MnO}_2$  ( $t^\circ$ )
- 3)  $\text{KOH}$  (р-р,  $0^\circ\text{C}$ )
- 4)  $\text{Br}_2$  (р-р)
- 5)  $\text{KCl}$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 10 Установите соответствие между названием вещества и его молекулярной формулой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

| НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОРМУЛА                |
|-------------------|-------------------------------------|
| А) этиленгликоль  | 1) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$   |
| Б) ацетон         | 2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$   |
| В) ацетальдегид   | 3) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ |
|                   | 4) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$   |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 11 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются изомерами изопрена.

- 1) 3-метилбутин-1
- 2) метилциклобутан
- 3) пентадиен-1,3
- 4) 2-метилбутен-2
- 5) 3-метилпентен-1

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

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

- 12 Из предложенного перечня выберите **все** вещества, которые обесцвечивают бромную воду.

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- 2)  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
- 3)  $\text{C}_3\text{H}_8$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- 5)  $\text{C}_3\text{H}_4$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 13** Из предложенного перечня выберите формулы двух веществ, которые способны образовывать дипептиды.

- 1)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$
- 2)  $\text{CH}_3\text{—COOH}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{—CH(NH}_2\text{)—CH}_3$
- 4)  $\text{CH}_3\text{—CH(NH}_2\text{)—COOH}$
- 5)  $\text{CH}_3\text{—NH}_2$

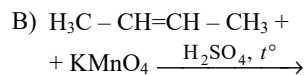
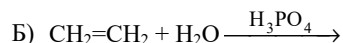
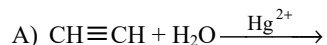
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

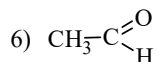
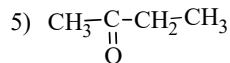
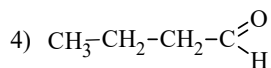
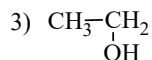
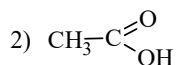
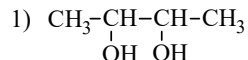
|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

- 14** Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, преимущественно образующимся в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ



ПРОДУКТ РЕАКЦИИ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 15** Установите соответствие между химической реакцией и органическим веществом, преимущественно образующимся в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ

А) окисление изопропилового спирта

Б) термолиз пропионата кальция

В) электролиз раствора пропионата калия

Г) гидратация бутина-1

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

1) пентанон-3

2) бутанол-1

3) бутанол-2

4) ацетон

5) бутанон

6) *n*-бутан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 16** Задана следующая схема превращений веществ:



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

1) этилен

2) 1,1-дибромэтан

3) этаналь

4) уксусная кислота

5) этанол

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

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

**17** Из предложенного перечня выберите **все** пары веществ, взаимодействие между которыми является реакцией соединения.

- 1) оксид кальция и вода
- 2) хлорид железа(II) и хлор
- 3) аммиак и соляная кислота
- 4) аммиак и оксид меди(II)
- 5) сульфат аммония и нитрат серебра

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**18** Из предложенного перечня выберите **все** вещества, на скорость взаимодействия которых с гидроксидом калия при комнатной температуре влияет изменение давления.

- 1) сероводород
- 2) оксид углерода(IV)
- 3) оксид азота(IV)
- 4) оксид фосфора(V)
- 5) оксид алюминия

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**19** Установите соответствие между уравнением реакции и свойством элемента азота, которое он проявляет в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А)  $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$   
Б)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$   
В)  $3\text{PbO} + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{Pb} + 3\text{H}_2\text{O}$

СВОЙСТВО АЗОТА

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

**20** Установите соответствие между веществом и продуктами электролиза водного раствора этого вещества на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

- А)  $\text{FeSO}_4$   
Б)  $\text{KNO}_3$   
В)  $\text{NaF}$

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) водород и галоген
- 2) металл и кислород
- 3) водород и кислород
- 4) металл, водород и кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

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

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

### Шкала pH водных растворов электролитов



- 21 Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов.

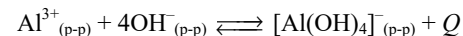
- 1)  $\text{KHCO}_3$
- 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 3)  $\text{NaClO}_3$
- 4)  $\text{HBr}$

Запишите номера веществ в порядке уменьшения значения pH их водных растворов, учитывая, что концентрация веществ во всех растворах (моль/л) одинаковая.

Ответ:  →  →  →

22

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



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

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) понижение давления
- Б) добавление соляной кислоты
- В) повышение температуры
- Г) добавление твёрдой щёлочи

#### ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

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

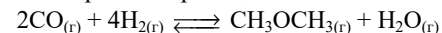
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

23

В реактор постоянного объёма поместили оксид углерода(II) и водород. При этом исходная концентрация оксида углерода(II) составляла 0,8 моль/л. В результате протекания обратной реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие, при котором концентрации водорода, диметилового эфира и паров воды стали равными 0,1 моль/л.

Определите равновесную концентрацию  $\text{CO}$  ( $X$ ) и исходную концентрацию  $\text{H}_2$  ( $Y$ ).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

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

- 24 Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

| РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА                                      | ПРИЗНАК РЕАКЦИИ                         |
|---|---|
| А) $\text{NH}_3$ (р-р) и $\text{AlCl}_3$ (р-р)            | 1) растворение осадка                   |
| Б) $\text{KOH}$ (р-р) и $\text{KHCO}_3$ (р-р)             | 2) выделение газа                       |
| В) $\text{NaHCO}_3$ (р-р) и $\text{H}_2\text{SO}_4$ (р-р) | 3) образование синего осадка            |
| Г) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и $\text{HNO}_3$ (р-р)        | 4) образование белого осадка            |
|   | 5) видимые признаки реакции отсутствуют |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

Ответ:

- 25 Установите соответствие между областью применения и веществом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

| ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ         | ВЕЩЕСТВО    |
|----------------------------|-------------|
| А) производство каучука    | 1) метаналь |
| Б) в качестве топлива      | 2) бензол   |
| В) в качестве растворителя | 3) изопрен  |
|                            | 4) пропан   |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

Ответ:

Ответом к заданиям 26–28 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, соблюдая при этом указанную степень точности. Затем перенесите это число в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин в бланке ответа указывать не нужно.

При проведении расчётов для всех элементов, кроме хлора, используйте значения относительных атомных масс, выраженные целыми числами ( $A_r(\text{Cl}) = 35,5$ ).

- 26 К 135 г раствора с массовой долей соли 22 % добавили 25 г этой же соли. Вычислите массовую долю соли в полученном растворе. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 27 В реакцию, термохимическое уравнение которой



вступило 8,8 г углекислого газа. Какое количество теплоты выделилось при этом? (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 28 Какой объём (н.у.) ацетилен теоретически может быть получен из 235,8 л (н.у.) природного газа, объёмная доля метана в котором равна 95 %? (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ л.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

## Часть 2

Для записи ответов на задания 29–34 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (29, 30 и т.д.), а затем его подробное решение. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

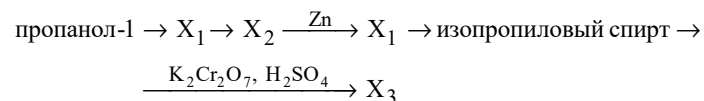
Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: азотная кислота, гидрокарбонат калия, оксид серы(IV), гидроксид кальция, перманганат натрия, гидрокарбонат меди(II). Допустимо использование водных растворов веществ.

**29** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию газа. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

**30** Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, при протекании реакции ионного обмена между которыми образуются две соли. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

**31** Алюминий прореагировал с раствором гидроксида натрия. Через образовавшийся прозрачный раствор пропустили газ, полученный при нагревании серы с концентрированной серной кислотой. Выделившийся осадок отделили, а к полученному раствору добавили раствор перманганата калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

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



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

**33** При гидролизе органического вещества, протекающем в разбавленном растворе щёлочи при нагревании, получены продукт состава  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{Na}$  и соединение, содержащее по массе 38,71 % углерода, 9,68 % водорода и кислород.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в щелочной среде (используйте структурные формулы органических веществ).

**34** Смесь нитрата натрия и нитрата серебра общей массой 42,5 г, в которой масса протонов в ядрах всех атомов составляет 48 % прокалили до постоянной массы. Выделившуюся смесь газов пропустили через 10 мл воды. Вычислите массовую долю растворённого вещества в образовавшемся растворе, считая, что реакция прошла со 100 %-ым выходом. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).



**Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.**



# Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

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

## \* Лантаноиды

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

## \*\* Актиноиды

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

### РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

|  | 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                | М                | Н                | М                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | —               | —                | Н                | Н                | Н                |
| F <sup>-</sup>                               | P              | М               | P              | P               | P                            | М                | Н                | Н                | Н                | М                | Н                | Н                | Н                | P                | P                | P               | —                | Н                | P                | P                |
| Cl <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | Н               | P                | М                | P                | P                |
| Br <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | Н               | М                | М                | P                | P                |
| I <sup>-</sup>                               | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | ?                | P                | ?                | P                | P                | Н               | Н                | Н                | М                | ?                |
| S <sup>2-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | —                | —                | —                | Н                | —                | —                | Н                | —                | Н                | Н                | Н               | Н                | Н                | Н                | Н                |
| HS <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | Н                | Н                | М                | Н                | ?                | —                | Н                | ?                | ?                | М                | Н               | Н                | Н                | ?                | ?                |
| HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | P              | ?               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | Н                | М                | P                | Н                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | М               | —                | Н                | P                | P                |
| HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | ?                | ?                | ?                | —                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | Н                | ?                | ?                |
| 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                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | М               | ?                | ?                | ?                | ?                |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>                | P              | Н               | P              | P               | —                            | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н               | Н                | Н                | Н                | Н                |
| HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | P              | ?               | P              | P               | P                            | Н                | Н                | М                | Н                | ?                | ?                | Н                | ?                | Н                | ?                | ?               | ?                | М                | Н                | ?                |
| 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                            | Н                | Н                | Н                | Н                | ?                | ?                | Н                | —                | Н                | Н                | Н               | Н                | Н                | ?                | Н                |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | 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>               | Н              | Н               | P              | P               | ?                            | Н                | Н                | Н                | Н                | ?                | ?                | Н                | ?                | Н                | Н                | ?               | ?                | Н                | ?                | ?                |
| MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>                | 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                            | М                | P                | ?                | Н                | ?                | ?                | ?                | P                | ?                | ?                | Н               | Н                | М                | ?                | P                |
| CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | Н                | P                | P                | Н                | ?                | ?                | ?                | Н                | Н                | Н                | Н               | Н                | Н                | Н                | Н                |
| 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                |

«Р» – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O);

«М» – 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