

**Спецификация  
экзаменационных материалов для проведения в 2021 году  
государственного выпускного экзамена по ХИМИИ (письменная форма)  
для обучающихся по образовательным программам  
ОСНОВНОГО общего образования**

### 1. Назначение экзаменационной работы

Государственный выпускной экзамен (ГВЭ) представляет собой форму государственной итоговой аттестации для обучающихся, осваивающих образовательные программы основного общего образования в специальных учебно-воспитательных учреждениях закрытого типа, а также в учреждениях, исполняющих наказание в виде лишения свободы, а также для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся – детей-инвалидов и инвалидов, осваивающих образовательные программы основного общего образования.

ГВЭ проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ основного общего образования соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

ГВЭ проводится в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования, утверждённым приказом Минпросвещения России и Рособрназора от 07.11.2018 № 189/1513 (зарегистрирован в Минюсте России 10.12.2018 № 52952).

### 2. Документы, определяющие содержание экзаменационной работы

Содержание экзаменационной работы определяется на основе федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 № 1897) с учётом Примерной основной образовательной программы основного общего образования (одобрена решением Федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 08.04.2015 № 1/15)).

В экзаменационной работе обеспечена преемственность проверяемого содержания с федеральным компонентом государственного стандарта основного общего образования (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования»).

### 3. Структура и содержание экзаменационной работы

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей. Одинаковые по форме представления и уровню сложности задания сгруппированы в определённой части работы.

*Часть 1* содержит 10 заданий с кратким ответом, базового уровня сложности. Ответ к каждому из заданий этой части записывается в виде одной цифры.

*Часть 2* содержит 3 задания *повышенного уровня сложности*. В их числе – 2 задания с кратким ответом и 1 задание с развёрнутым ответом.

Задания расположены по принципу постепенного нарастания уровня их сложности. Доли заданий базового и повышенного уровней сложности составили в работе 77% и 23% соответственно.

Каждая группа заданий экзаменационной работы имеет своё предназначение.

Основная форма заданий в части 1 экзаменационной работы – *задания с кратким ответом*. Эти задания позволяют проверить усвоение значительного количества элементов содержания, предусмотренных стандартом образования: языка науки и основ химической номенклатуры; химических законов и понятий; закономерностей изменения свойств химических элементов и веществ по группам и периодам; общих свойств металлов, неметаллов, основных классов неорганических веществ; признаков и условий протекания химических реакций; особенностей протекания реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций.

Для нахождения ответа необходимо последовательно соотнести каждый из четырёх предложенных ответов с условием задания и определить среди них правильный. После этого от участника экзамена требуется вписать номер выбранного варианта ответа в специальное поле после задания.

В часть 2 включены задания с кратким и развёрнутым ответами. Эти задания проверяют усвоение знаний о закономерностях изменения свойств химических элементов и их соединений по группам и периодам, о химических свойствах простых и сложных веществ, а также сформированность умения проводить расчёты по уравнениям химических реакций.

В каждый вариант включено две разновидности заданий с кратким ответом, которые предполагают самостоятельную компоновку верного ответа, представляющего собой две-три цифры, записанные в определённой последовательности.

К таким можно отнести как задания с множественным выбором ответа, для выполнения которых необходимо выбрать правильные ответы из предложенного перечня вариантов, так и задания на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах.

При выполнении заданий данного вида для поиска правильного ответа требуется осуществить большее количество учебных действий (операций),

например, определить, с какими реагентами из указанных в условии будет взаимодействовать то или иное вещество; определить реактив, который можно использовать для распознавания веществ.

Задание с *развёрнутым ответом* – наиболее сложное в экзаменационной работе. Это задание проверяет усвоение следующих элементов содержания: химические свойства различных классов неорганических соединений и способы их получения, реакции ионного обмена, молярный объём и молярная масса вещества, массовая доля растворённого вещества.

Задание предполагает выполнение двух видов расчётов: вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе и вычисление количества вещества, массы или объёма вещества по количеству вещества, массе или объёму одного из реагентов или продуктов реакции.

Включённые в работу задания распределены по содержательным блокам: «Вещество», «Химическая реакция», «Элементарные основы неорганической химии», «Методы познания веществ и химических явлений. Химия и жизнь».

При определении количества проверочных заданий экзаменационной работы, ориентированных на проверку усвоения учебного материала отдельных содержательных блоков, учитывалось, какой объём каждый из них занимает в курсе химии. Например, было принято во внимание, что в системе знаний, определяющих уровень подготовки выпускников основной школы по химии, наиболее значительным является блок «Элементарные основы неорганической химии». По этой причине доля заданий, проверяющих усвоение содержания данного блока, составила в экзаменационной работе 38% от общего количества всех заданий. Доля заданий, проверяющих усвоение элементов содержания остальных блоков учебного материала, также определена пропорционально их объёму (таблица 1).

Таблица 1

*Распределение заданий экзаменационной работы по содержательным блокам (темам, разделам) курса химии*

| № | Содержательные блоки  | Количество заданий | Максимальный балл за выполнение заданий каждого блока |
|---|---|--------------------|---|
| 1 | Вещество  | 6                  | 7   |
| 2 | Химическая реакция  | 3                  | 3   |
| 3 | Элементарные основы неорганической химии                    | 3                  | 4   |
| 4 | Методы познания веществ и химических явлений. Химия и жизнь | 1                  | 3   |
|   | Итого   | 13                 | 17  |

Для соотнесения содержания экзаменационной работы с общими целями обучения химии в основной школе предлагаемые задания ориентированы на проверку овладения определёнными видами умений, которые соответствуют требованиям к уровню подготовки выпускников основной школы по химии.

Представление о распределении заданий по видам проверяемых умений даёт таблица 2.

*Таблица 2  
Распределение заданий экзаменационной работы по видам проверяемых умений и способам действий*

| № | Основные умения и способы действий   | Количество заданий | Максимальный первичный балл за выполнение заданий |
|---|--|--------------------|---|
| 1 | <u>Называть:</u><br>1.1 вещества по их химическим формулам;<br>1.2 типы химических реакций   | 1                  | 2   |
| 2 | <u>Составлять:</u><br>2.1 формулы важнейших неорганических соединений изученных классов;<br>2.2 схемы строения атомов первых 20 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева  | 2                  | 2   |
| 3 | <u>Характеризовать:</u><br>3.1 химические элементы (от водорода до кальция) на основе их положения в Периодической системе Д.И. Менделеева и особенностей строения их атомов;<br>3.2 химические свойства веществ – представителей различных классов неорганических и органических соединений   | 3                  | 4   |
| 4 | <u>Объяснять:</u><br>4.1 физический смысл порядкового номера химического элемента, номеров группы (для элементов главных подгрупп) и периода в Периодической системе, к которым принадлежит элемент;<br>4.2 закономерности в изменении свойств химических элементов и их соединений;<br>4.3 сущность химических реакций ионного обмена | 3                  | 3   |
| 5 | <u>Определять:</u><br>5.1 принадлежность веществ к определённому классу;<br>5.2 тип химической реакции по известным классификационным признакам;<br>5.3 вид химической связи и степень окисления элементов;<br>5.4 возможность протекания реакций ионного обмена   | 3                  | 3   |

|     |  |    |    |
|-----|--|----|----|
| 6   | <b>Вычислять:</b>  | 1  | 3  |
| 6.1 | массовую долю растворённого вещества в растворе;   |    |    |
| 6.2 | количество вещества, объём или массу вещества по количеству вещества, объёму или массе реагентов или продуктов реакции |    |    |
|     | <b>Итого</b>   | 13 | 17 |

В экзаменационную работу включены задания различных уровней сложности: *базового* – Б; *повышенного* – П (таблица 3).

Таблица 3

*Распределение заданий по уровням сложности*

| Уровень сложности заданий | Количество заданий | Максимальный первичный балл | Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| Базовый (Б)               | 10                 | 10                          | 58,8   |
| Повышенный (П)            | 3                  | 7                           | 41,2   |
| <b>Итого</b>              | <b>13</b>          | <b>17</b>                   | <b>100</b>   |

#### 4. Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом

Верное выполнение каждого из заданий *части 1* базового уровня сложности (1–10) оценивается 1 первичным баллом.

Верное выполнение каждого из заданий *части 2* повышенного уровня сложности с кратким ответом (11 и 12) максимально оценивается 2 первичными баллами.

Задание 11 считается выполненными верно, если в нём правильно выбраны два варианта ответа. За неполный ответ – правильно назван один из двух ответов, или названы три ответа, из которых два верные, – выставляется 1 балл. Остальные варианты ответов считаются неверными и оцениваются 0 баллов. При записи ответа на задание 11 порядок следования цифр не имеет значения.

Задание 12 считается выполненным верно, если правильно установлены три соответствия. Частично верным считается ответ, в котором установлены два соответствия из трёх; он оценивается 1 баллом. Остальные варианты считаются неверными ответами и оцениваются 0 баллов.

При оценивании выполнения задания 13 эксперт на основе сравнения ответа участника экзамена с образцом ответа, приведённым в критериях оценивания, выявляет в ответе элементы, каждый из которых оценивается 1 первичным баллом. Верное выполнение задания оценивается в 3 первичных балла.

Задания с развёрнутым ответом могут быть выполнены участниками экзамена разными способами. Поэтому приведённые в критериях оценивания образцы решений следует рассматривать лишь как возможные варианты ответа.

Перевод первичных баллов, полученных участником экзамена за выполнение всех заданий экзаменационной работы, в пятибалльную систему оценки осуществляется с учётом приведённой ниже шкалы перевода.

*Шкала перевода первичных баллов в пятибалльную отметку*

|                               |     |      |       |       |
|-------------------------------|-----|------|-------|-------|
| Диапазон первичных баллов     | 0–6 | 7–10 | 11–14 | 15–17 |
| Отметка по пятибалльной шкале | «2» | «3»  | «4»   | «5»   |

#### 5. Продолжительность экзамена химии

На выполнение экзаменационной работы отводится 2 часа 30 минут (150 минут).

#### 6. Дополнительные материалы и оборудование

При проведении ГВЭ-9 по химии в письменной форме в аудитории у каждого экзаменуемого должны быть следующие материалы и оборудование:

- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева;
- таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде;
- электрохимический ряд напряжений металлов;
- непрограммируемый калькулятор.

Перечень средств обучения и воспитания, использование которых разрешено при проведении ГВЭ-9, утверждается приказом Минпросвещения России и Рособрназзора.

#### 7. Изменения в экзаменационных материалах ГВЭ 2021 года по сравнению с 2020 годом

Изменения структуры и содержания экзаменационной работы ГВЭ-9 по химии отсутствуют.

## Приложение

Обобщённый план варианта экзаменационных материалов ГВЭ-9  
(письменная форма) 2021 года по ХИМИИ

Уровни сложности задания: Б – базовый; П – повышенный.

| №  | Проверяемые элементы содержания  | Уровень сложности задания | Максимальный балл за выполнение задания |
|--|--|---------------------------|---|
| 1  | Строение атома. Строение электронных оболочек атомов первых 20 элементов Периодической системы Д.И. Менделеева   | Б                         | 1                                       |
| 2  | Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева   | Б                         | 1                                       |
| 3  | Строение молекул. Химическая связь: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая   | Б                         | 1                                       |
| 4  | Валентность химических элементов. Степень окисления химических элементов   | Б                         | 1                                       |
| 5  | Простые и сложные вещества. Основные классы неорганических веществ. Номенклатура неорганических соединений   | Б                         | 1                                       |
| 6  | Химическая реакция. Условия и признаки протекания химических реакций. Химические уравнения. Сохранение массы веществ при химических реакциях. Классификация химических реакций по различным признакам: количеству и составу исходных и полученных веществ, изменению степеней окисления химических элементов, поглощению и выделению энергии | Б                         | 1                                       |
| 7  | Электролиты и неэлектролиты. Катионы и анионы. Электролитическая диссоциация кислот, щелочей и солей (средних)   | Б                         | 1                                       |
| 8  | Реакции ионного обмена и условия их осуществления  | Б                         | 1                                       |
| 9  | Химические свойства простых веществ: металлов и неметаллов   | Б                         | 1                                       |
| 10   | Химические свойства сложных веществ: оксидов, оснований, кислот, солей   | Б                         | 1                                       |
| 11   | Периодический закон Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств элементов и их соединений в связи с положением в Периодической системе химических элементов  | П                         | 2                                       |
| 12   | Химические свойства простых веществ. Химические свойства сложных веществ   | П                         | 2                                       |
| 13   | Вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе. Вычисление количества вещества, массы или объёма вещества по количеству вещества, массе или объёму одного из реагентов или продуктов реакции   | П                         | 3                                       |
| Всего заданий – 13; из них по типу заданий: с кратким ответом – 12; с развёрнутым ответом – 1; по уровню сложности: Б – 10; П – 3.<br>Общее время выполнения работы – 150 минут. |  |                           |   |

Образец экзаменационного материала ГВЭ-9 (письменная форма)  
2021 года по ХИМИИ

## Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по химии отводится 2,5 часа (150 минут). Работа состоит из двух частей и включает в себя 13 заданий.

Часть 1 содержит 10 заданий (1–10) базового уровня сложности. К каждому заданию базового уровня сложности даётся четыре варианта ответа, выберите один верный ответ из четырёх предложенных.

Часть 2 содержит 3 задания (11–13) повышенного уровня сложности. Ответом к заданиям 11 и 12 является последовательность цифр. К заданию 13 следует дать развёрнутый ответ.

Ответы к заданиям 1–12 запишите в поля ответов в работе, а затем перенесите в бланк ответов. Для этого в бланке ответов запишите номера всех заданий в столбец следующим образом:

- 1)
- 2)
- 3)
- ...
- 11)
- 12)

Ответы к заданиям 1–12 запишите в бланк ответов справа от номеров соответствующих заданий. Для задания 13 в бланке ответов укажите номер задания и запишите его полное решение.

В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Бланк ответов заполняется яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении работы Вы можете пользоваться Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева, таблицей растворимости солей, кислот и оснований в воде, электрохимическим рядом напряжений металлов и непрограммируемым калькулятором.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в работе и черновике не учитываются при оценивании работы.

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

Желаем успеха!

## Часть 1

Ответом к заданиям 1–10 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ справа от номера соответствующего задания.

1 Четыре электрона на третьем энергетическом уровне имеет атом

- 1) углерода
- 2) алюминия
- 3) кремния
- 4) бора

Ответ:

2 Металлические свойства возрастают в ряду

- 1) Li → Na → K
- 2) Ca → Mg → Be
- 3) Li → Be → B
- 4) Si → Al → S

Ответ:

3 Ковалентная неполярная связь характерна для

- 1) H<sub>2</sub>O
- 2) KI
- 3) HI
- 4) I<sub>2</sub>

Ответ:

4 Степень окисления +4 атом серы имеет в соединении

- 1) SO<sub>2</sub>
- 2) Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>
- 3) K<sub>2</sub>S
- 4) SCl<sub>2</sub>

Ответ:

5 К классу кислот относится каждое из двух веществ:

- 1) HCl и NH<sub>3</sub>
- 2) H<sub>2</sub>S и HCl
- 3) BaH<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>
- 4) KOH и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ответ:

6 К реакциям обмена относится взаимодействие между

- 1) хлоридом натрия и фторидом серебра
- 2) оксидом натрия и водой
- 3) натрием и водой
- 4) оксидом кальция и водой

Ответ:

7 Наибольшее число анионов образуется в растворе при полной диссоциации 1 моль

- 1) K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- 2) K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 3) KNO<sub>3</sub>
- 4) FeCl<sub>3</sub>

Ответ:

8 Выпадение осадка происходит при взаимодействии ионов

- 1) H<sup>+</sup> и SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- 2) K<sup>+</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- 3) Na<sup>+</sup> и PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>
- 4) Ba<sup>2+</sup> и NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Ответ:

**9** Литий реагирует с

- 1)  $N_2$                       2) Cu                      3) KBr                      4) Na

Ответ:

**10** Оксид магния реагирует с

- 1) KOH                      2) CaO                      3)  $H_2SO_4$                       4) KCl

Ответ:

### Часть 2

*Ответом к заданиям 11 и 12 является последовательность цифр. Эту последовательность цифр запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ справа от номера соответствующего задания.*

*При выполнении задания 11 из предложенного перечня ответов выберите два правильных и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.*

**11** Среди химических элементов K, Na, P

- 1) наименьший радиус имеют атомы фосфора
- 2) наименьшее значение электроотрицательности имеет фосфор
- 3) высшую степень окисления +1 имеет только натрий
- 4) простое вещество – металл образует только калий
- 5) основные оксиды образуют калий и натрий

Ответ:

*При выполнении задания 12 к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго столбца. Выбранные цифры запишите под соответствующими буквами таблицы. Цифры в ответе могут повторяться.*

**12** Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с которыми это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| A) Fe         | 1) $Cl_2$ , $CuSO_4$    |
| Б) HCl        | 2) $Na_2O$ , $K_2CO_3$  |
| В) $Zn(OH)_2$ | 3) $Ca_3(PO_4)_2$ , HCl |
|               | 4) $H_2SO_4$ , NaOH     |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

|                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| А                    | Б                    | В                    |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

*Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ в соответствии с инструкцией по выполнению работы.*

*Для ответа на задание 13 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ. Запишите сначала номер задания (13), а затем развёрнутый ответ к нему. Ответ записывайте чётко и разборчиво.*

**13** К 340 г раствора нитрата серебра с массовой долей соли 10% прилили избыток раствора хлорида калия. Вычислите массу выпавшего осадка.

## Система оценивания экзаменационной работы по химии

## Часть 1

Верное выполнение каждого задания базового уровня сложности части 1 (1–10) оценивается 1 первичным баллом. За выполнение задания с выбором ответа выставляется 1 балл при условии, что указан только один номер правильного ответа. Если отмечены два и более номера ответа, в том числе правильный, то ответ не засчитывается.

| № задания | Правильный ответ |
|-----------|------------------|
| 1         | 3                |
| 2         | 1                |
| 3         | 4                |
| 4         | 1                |
| 5         | 2                |
| 6         | 1                |
| 7         | 4                |
| 8         | 1                |
| 9         | 1                |
| 10        | 3                |

## Часть 2

Задания 11 и 12 повышенного уровня сложности с кратким ответом считаются выполненными верно, если правильно указана последовательность цифр. За полный правильный ответ на каждое из заданий 11 и 12 ставится 2 первичных балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается 1 первичным баллом. Если допущено две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов. При записи ответа на задание 11 порядок следования цифр не имеет значения.

| № задания | Правильный ответ |
|-----------|------------------|
| 11        | 15               |
| 12        | 124              |

## Критерии оценивания выполнения задания с развёрнутым ответом

- 13** К 340 г раствора нитрата серебра с массовой долей соли 10% прилили избыток раствора хлорида калия. Вычислите массу выпавшего осадка.

| Элементы ответа<br>(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)   |       |
|---|-------|
| 1) Составлено уравнение реакции:<br>$KCl + AgNO_3 = KNO_3 + AgCl$   |       |
| 2) Рассчитаны масса и количество вещества нитрата серебра, содержащегося в растворе:<br>$m(AgNO_3) = m_{(р-ра)} \cdot \omega = 340 \cdot 0,1 = 34 \text{ г}$<br>$n(AgNO_3) = m(AgNO_3) / M(AgNO_3) = 34 : 170 = 0,2 \text{ моль}$ |       |
| 3) Определена масса выпавшего осадка:<br>по уравнению реакции $n(AgCl) = n(AgNO_3) = 0,2 \text{ моль}$<br>$m(AgCl) = n(AgCl) \cdot M(AgCl) = 0,2 \cdot 143,5 = 28,7 \text{ г}$  |       |
| Критерии оценивания   | Баллы |
| Ответ правильный и полный, содержит все приведённые элементы  | 3     |
| Правильно записаны два первых элемента из приведённых выше  | 2     |
| Правильно записан один из приведённых выше элементов  | 1     |
| Все элементы ответа записаны неверно  | 0     |
| <i>Максимальный балл</i>  |       |
|   | 3     |

**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                |

«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

|                                 |          | 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 | <b>1</b> | 1<br><b>H</b> 1,008<br>Водород      |                                      |                                     |                                       |                                      |                                      |                                     |                                   |                                     |                                       |  |  |  | 2<br><b>He</b> 4,00<br>Гелий       |
|                                 | <b>2</b> | 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      |
|                                 | <b>3</b> | 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     |
|                                 | <b>4</b> | 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   |
|                                 | <b>5</b> | 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   |
|                                 | <b>6</b> | 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     |
|                                 | <b>7</b> | 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 |
|------------------------------|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|