

Приложение 20 к приказу  
управления образования  
№545 от 29. 08..2018 г.

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ В 2018/2019  
УЧЕБНОМ ГОДУ**

**Новый Оскол, 2018 г.**

## **Оглавление**

<b>Принципы составления олимпиадных заданий и формирования комплектов олимпиадных заданий для школьного этапа</b>	<b>3</b>	
Содержание олимпиадных заданий учащихся 9-11 классов	3	
Подходы к разработке олимпиадных заданий	4	
<b>Методика оценивания выполненных олимпиадных заданий</b>	<b>7</b>	
<b>Материально-техническое обеспечение для выполнения олимпиадных заданий</b>		<b>8</b>
<b>Перечень справочных материалов, средств связи и электронно-вычислительной техники, разрешенных к использованию во время проведения олимпиады</b>		<b>8</b>
<b>Примеры задач теоретического и экспериментального тура с развернутыми решениями и системой оценивания</b>		<b>8</b>
<b>Образцы (примеры) заданий</b>	<b>11</b>	
<b>Список литературы, интернет-ресурсов и других источников для использования при составлении заданий школьного этапа олимпиады</b>	<b>14</b>	<b>29</b>

## **Принципы составления олимпиадных заданий и формирования комплектов олимпиадных заданий для школьного этапа.**

Задания олимпиады школьного этапа могут быть авторскими или выбраны из литературных источников. За основу могут быть взяты задания олимпиад прошлых лет, опубликованные в сборниках и на интернет порталах (см. список литературы, Интернет-ресурсов). *Ссылка на источник обязательна.* Задания школьного этапа целесообразно разрабатывать для 4 возрастных параллелей: школьный этап – 5-8, 9, 10 и 11 классы. Для каждой параллели разрабатывается один вариант заданий.

Школьный этап Олимпиады по химии проводится в сроки, установленные Порядком проведения Всероссийской олимпиады школьников. Длительность школьного этапа составляет **45 – 90 минут**. В качестве экспериментального тура на школьном этапе в комплект теоретического тура должна быть включена задача, требующая мысленного эксперимента.

**Для учащихся 5-8 классов** олимпиада по химии должна быть в большей степени занимательной, чем традиционной: в отличие от классической формы проведения олимпиады, в данном случае рекомендуется тестовая, игровая форма: олимпиада может быть проведена в виде викторин и конкурсов химического содержания.

### ***Содержание олимпиадных заданий учащихся 9-11 классов***

Олимпиадные задачи **теоретического тура** основаны на материале 4 разделов химии: неорганической, аналитической, органической и физической. В содержании задач могут содержаться вопросы, требующие от участников следующих знаний и умений:

#### Из раздела неорганической химии:

- номенклатура;
- строение, свойства и методы получения основных классов соединений: оксидов, кислот, оснований, солей;
- закономерности в изменении свойств элементов и их соединений в соответствии с периодическим законом.

#### Из раздела аналитической химии:

- качественные реакции, используемые для обнаружения катионов и анионов неорганических солей;
- проведение количественных расчетов по уравнениям химических реакций;
- использование данных по количественному анализу.

Из раздела органической химии:

- номенклатура;
- изомерии;
- строение;
- получение и химические свойства основных классов органических соединений (алканов, циклоалканов, алкенов, алкинов, аренов, галогенпроизводных, аминов, спиртов и фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, сложных эфиров, пептидов);

Из раздела физической химии:

- строение атомов и молекул,
- типы и характеристики химической связи;

### ***Подходы к разработке олимпиадных заданий***

При разработке олимпиадных задач важную роль играют *межпредметные связи*, поскольку сегодня невозможно проводить полноценные исследования только в одной области науки, неизбежно будут затронуты смежные дисциплины. Знания по физике, биологии, геологии, географии и математике применяются в различных областях химии. Интеграция математической составляющей в задание по химии, например, ни в коем случае не умаляет «химичности» задачи, а, наоборот, способствует расширению кругозора участников олимпиады, творческому развитию знаний школьников. Такие «межпредметные» задачи усиливают химическую составляющую и показывают тесную взаимосвязь естественных наук.

Олимпиадная задача – это единое целое. В нее входит **условие, развернутое решение, система оценивания.**

**Условия олимпиадных задач** могут быть сформулированы по-разному: условие с вопросом или заданием в конце (при этом вопросов может быть несколько); тест с выбором ответа; задача, в которой текст условия прерывается вопросами.

Олимпиадные задачи по химии можно разделить на три основных группы:

***качественные, расчётные (количественные) и экспериментальные.***

В **качественных задачах** может потребоваться: объяснение экспериментальных фактов (например, изменение цвета в результате реакции); распознавание веществ; получение новых соединений; предсказание свойств веществ, возможности протекания химических реакций; описание, объяснение тех или иных явлений; разделение смесей веществ. Классической формой качественной задачи является задание со схемами (цепочками) превращений. (В схемах стрелки могут быть направлены в любую сторону, иногда даже в обе стороны (в этом случае каждой стрелке соответствуют два различных уравнения реакций)). Схемы превращений веществ можно классифицировать следующим образом:

1. *По объектам:*
  - a. неорганические;
  - b. органические;
  - c. смешанные.
2. *По форме «цепочки» (схемы могут быть линейными, разветвленными, циклическими).*
3. *По объему и типу предоставленной информации*
  - a. Даны все вещества без указаний условий протекания реакций.
  - b. Все или некоторые вещества зашифрованы буквами. Разные буквы соответствуют разным веществам, условия протекания реакций не указаны.
  - c. Вещества в схеме полностью или частично зашифрованы буквами и указаны условия протекания реакций или реагенты.
  - d. В схемах вместо веществ даны элементы, входящие в состав веществ, в соответствующих степенях окисления.
  - e. Схемы, в которых органические вещества зашифрованы в виде брутто-формул.

Другой формой качественных задач являются задачи на описание химического эксперимента (мысленный эксперимент) с указанием условий проведения реакций и наблюдений.

В *расчетных (количественных) задачах* обычно необходимы расчеты состава смеси (массовый, объемный и мольный проценты); расчеты состава раствора (приготовление растворов заданной концентрации); расчеты с использованием газовых законов (закон Авогадро, уравнение Клапейрона-Менделеева); вывод химической формулы вещества; расчеты по химическим уравнениям (стехиометрические соотношения).

Чаще всего олимпиадные задания включают в себя несколько типов задач, т.е. являются **комбинированными**. В задаче может быть избыток или недостаток данных. В случае избытка школьник должен выбрать те данные, которые необходимы для ответа на поставленный в задаче вопрос. В случае недостатка данных, школьнику необходимо показать умение пользоваться источниками справочной информации и извлекать необходимые для решения данные.

### ***Методические требования к олимпиадным задачам.***

Содержание задачи должно опираться на примерную программу содержания ВсОШ соответствующей возрастной параллели.

В задачах необходимо активно использовать различные способы названий веществ, которые используются в быту, технике.

Для успешного решения задачи необходимо не только знание фактического материала, сколько умение учащихся логически мыслить и их химическая интуиция.

Задача должна быть познавательной, будить любопытство, удивлять.

Задача должна быть комбинированной: включать вопросы как качественного, так и расчетного характера; желательно, чтобы в задаче содержался и материал из других естественнонаучных дисциплин.

Задача должна быть интересна (не только с точки зрения занимательности). В ней должна быть «изюминка». По возможности и задачи, и вопросы должны быть составлены и сформулированы оригинально.

Условие задачи не должно занимать больше одной страницы печатного текста.

Вопросы к задаче должны быть выделены и четко сформулированы, не допуская двоякого толкования. На основе вопросов строится система оценивания.

**Решение задач.** Написать решение задачи не легче, чем создать само задание. Решение должно ориентировать школьника на самостоятельную работу: оно должно быть развивающим, обучающим (ознакомительным). Важно, чтобы задачи имели ограниченное число верных решений, и эти решения должны быть развернутыми, подробными, логически выстроенными и включали систему оценивания.

**Система оценивания.** Ее разработка - процесс такой же творческий, как написание условия и решения задачи. Система оценивания решения задачи опирается на поэлементный анализ. Особые сложности возникают с выбором оцениваемых элементов, т.к. задания носят творческий характер и путей получения ответа может быть несколько. Таким образом, авторами-разработчиками необходимо выявить основные характеристики верных ответов, не зависящие от путей решения, или рассмотреть и оценить каждый из возможных вариантов решения. Система оценок должна быть гибкой и сводить субъективность проверки к минимуму.

### ***Рекомендации по разработке системы оценивания:***

1. Решения задачи должны быть разбиты на элементы (шаги).
  2. В каждом задании баллы выставляются за каждый элемент (шаг) решения. Причем балл за один шаг решения может варьироваться от 0 (решение соответствующего элемента отсутствует или выполнено полностью неверно) до максимально возможного балла за данный шаг.
  3. Баллы за правильно выполненные элементы решения **суммируются**.
  4. Шаги, демонстрирующие умение логически рассуждать, творчески мыслить, проявлять интуицию оцениваются выше, чем те, в которых показаны более простые умения, владение формальными знаниями, выполнение тривиальных расчетов и др.
- Суммарный балл за различные задания («стоимость» каждого задания) не обязательно должен быть одинаковым.**

### **Методика оценивания выполненных олимпиадных заданий**

Оценивание работ участников школьного этапа Всероссийской олимпиады проводится согласно системе оценивания, разработанной предметной методической комиссией (см. рекомендации по разработке системы оценивания). Члены жюри перед проверкой знакомятся с решениями и с системой оценивания, распределяют задания, которые будут проверять. Проверка проводится парой членов жюри. Важным условием объективности проверки является то, что одна пара членов жюри проверяет одно и то же задание.

Члены жюри приступают к проверке только после кодировки работ.

В системе оценивания указан максимальный балл за тот или иной элемент решения. При неполном или частично ошибочном ответе ставится меньшее число баллов. Если ответ неправильный, то за элемент решения баллы не начисляются.

Баллы могут начисляться также за оригинальное решение. При этом нельзя превышать максимальный балл за задание.

Общая оценка результата участника олимпиады является арифметической суммой всех баллов, полученным им за задания всех туров олимпиады. Баллы за задания и общая сумма заносится членами жюри в ведомость и вместе с работами передается на декодирование, а затем фиксируются в итоговой ведомости, по которой подводятся итоги олимпиады.

## **Материально-техническое обеспечение для выполнения олимпиадных заданий**

Для тиражирования материалов необходима компьютерная техника, множительная техника (лазерные принтеры и копиры) и расходные материалы. Материалы (условия и решения с системой оценивания) следует размножать в расчете на каждого участника.

Для каждого участника необходимо распечатать периодическую систему, таблицу растворимости, ряд напряжения металлов и условия заданий. Решения с системой оценивания печатаются отдельно и раздаются участникам и сопровождающим только после окончания всеми участниками олимпиады.

Для выполнения заданий теоретического и экспериментального туров требуются проштампованные тетради в клетку/листы бумаги формата А4, небольшой запас ручек синего (или черного цвета).

### Для работы жюри и оргкомитета

Компьютерная и множительная техника, бумага, ручки синие и красные (в расчете по 2 шт. на каждого члена жюри), карандаши простые, ножницы, степлеры и скрепки к ним, антистеплеры, клеящий карандаш;

## **Перечень справочных материалов, средств связи и электронно-вычислительной техники, разрешенных к использованию во время проведения олимпиады**

Периодическая система химических элементов.

Таблица растворимости и ряд напряжения металлов.

Инженерный непрограммируемый калькулятор.

## **Примеры задач теоретического и экспериментального тура с развернутыми решениями и системой оценивания**

### ***Задача 1***

#### ***Условие задачи***

Известно, что в качестве разрыхлителя для теста используется пищевая сода (бикарбонат или гидрокарбонат натрия), так как в результате термического разложения этого соединения или при взаимодействии с кислотой образуется газ, разрыхляющий тесто.

В качестве кислоты может быть, например, мед, имеющий  $\text{pH} < 7$ . Напишите уравнения упомянутых реакций. Уравнение реакции с кислотами напишите в ионной форме, чтобы не писать все кислоты, которые могут встречаться в продуктах питания.

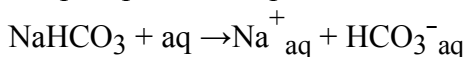


Какие еще вещества могут быть использованы (используются) в качестве разрыхлителей. Приведите пример такого вещества, обоснуйте свой выбор, напишите уравнение реакций, которые могут протекать при взаимодействии с кислотами (в ионной форме) и нагревании.

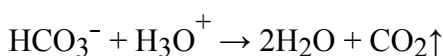
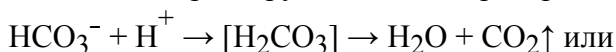
**Решение**



Гидрокарбонат натрия в воде диссоциирует на ионы:

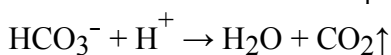
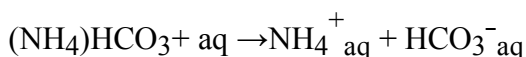
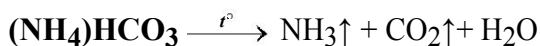
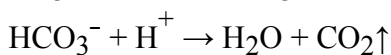
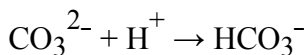
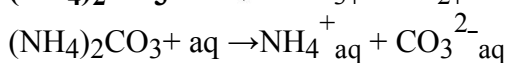
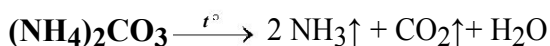


С кислотами реагирует только гидрокарбонат-ион:



угольная кислота  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$  неустойчива, поэтому писать ее в качестве продукта реакции нельзя.

В качестве более качественного разрыхлителя (образуется больше газа, а, значит, сильнее разрыхляется тесто), можно предложить карбонат аммония:



**Система оценивания:**

- |   |   |        |
|---|---|--------|
| 1 | Реакция термического разложения гидрокарбоната натрия                               | 1 балл |
| 2 | Реакция гидрокарбонат-иона с протоном или гидроксидом                               | 1 балл |
| 3 | Обоснованный выбор вещества   | 1 балл |
| 4 | Реакция термического разложения предложенного разрыхлителя                          | 1 балл |
| 5 | Реакция продуктов диссоциации предложенного разрыхлителя с протоном или гидроксидом | 1 балл |

ИТОГО: 5 баллов

В экспериментальный тур можно включить простой неорганический или органический синтез.

А) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO}$

Б) Запишите наблюдаемые явления.

**Система оценивания:**

1. Каждое правильное уравнение 1 балл
2. Каждый правильный признак химической реакции 1 балл

ИТОГО: 10 баллов.

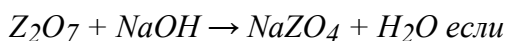
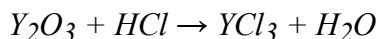
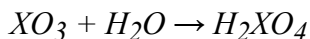
## Образцы (примеры) заданий

### Теоретический тур

#### Неорганическая химия

**Н1.** Задание на умение использовать Периодический закон Д.И.Менделеева для предсказания тех или иных свойств веществ различных элементов.

Определите возможные элементы (X, Y, Z), соединения которых участвуют в схемах превращений:



буквами X, Y, Z зашифрованы р-элементы

Запишите уравнения соответствующих реакций.

**Н2.** Запишите химические формулы нескольких газов, плотность которых по воздуху составляет 0,966. Опишите их окислительно-восстановительные свойства.

**Н3.** При растворении 51,1 г неизвестного металла в 500 мл 10% соляной кислоты (плотность 1,01 г/мл) выделилось 2,8 л водорода (н.у.). Запишите формулу высшего оксида этого металла.

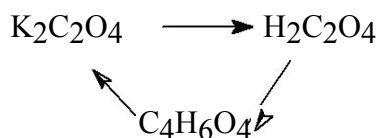
#### Органическая химия

**О1.** В заданиях с вопросом «изобразить все возможные изомеры» можно дать вещества, которые имеют оптические изомеры.

Изобразите все изомеры соединения состава  $C_4H_9Cl$ .

Всего должно быть 5 изомеров.

**О2.** Использование в заданиях би- и полифункциональных органических соединений. При этом требуются знания основных свойств классов органических веществ. Напишите уравнения реакций:



В данном примере используются знания, что карбоновые кислоты слабее, чем минеральные и что карбоновые кислоты могут образовывать сложные эфиры, которые вступают в реакцию щелочного гидролиза.

**О3.** При сжигании 2,25 г органическое вещество X широко распространенного в природе, образовалось 2,64 г диоксида углерода, 0,42 г азота и 1,35 г воды. Известно, что X реагирует с соляной кислотой и с гидроксидом натрия, образуя соли. Напишите структурную формулу X, напишите уравнения реакций. Приведите изомер вещества X.

## Эксперимент

В экспериментальный тур можно включить простой неорганический или органический синтез.

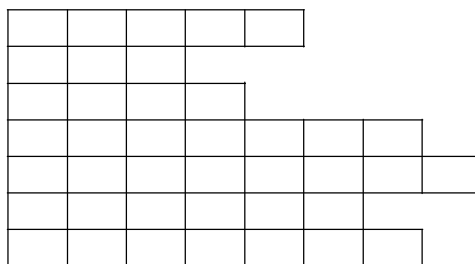
А) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO}$

Б) Экспериментально осуществите указанные химические превращения. Запишите наблюдаемые явления.

## Ребусы, шарады, головоломки, кроссворды и т.д., тесты.

- 1) Одним из первых металлических сплавов, которые человек начал использовать в глубокой древности, является
- А) сталь; Б) бронза; В) дюралюминий; Г) чугун; Д) победит.
- 2) Соединение углерода, играющее основную роль в его природном круговороте: А) угарный газ; Б) сажа; В) нефть; Г) метан; Д) углекислый газ.
- 3) Мельчайшая частица вещества, являющаяся носителем его химических свойств, называется:
- А) крупинка; Б) кристаллик; В) атом; Г) молекула; Д) ион.
- 4) Самой чистой водой из перечисленных в списке является:
- А) водопроводная; Б) родниковая; В) дождевая; Г) колодезная; Д) минеральная.

Заполните пустые клетки русскими названиями следующих элементов : Ag, Br, Fe, H, I, O, Sn.

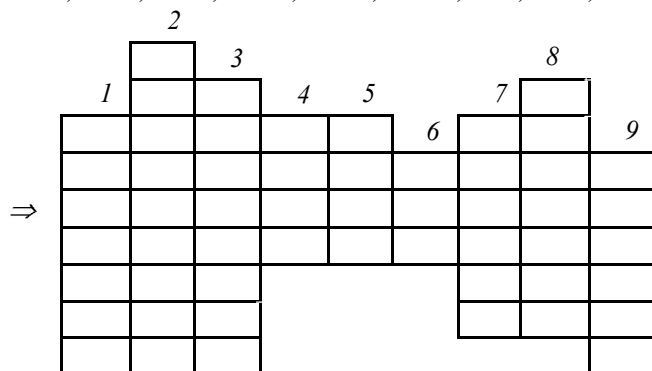


В комплекты могут быть включение задания на знание правил техники безопасности работы с веществами, например:

**Решите кроссворд**, заполняя его русскими названиями химических элементов.

Ключевым словом является фамилия великого русского ученого, одного из создателей атомно-молекулярного учения.

1) C, 2) O, 3) Al, 4) N, 5) Zn, 6) I, 7) P, 8) H, 9) Pb.



Разгадайте ребусы, в которых зашифрованы названия химических элементов.



**Список литературы, интернет-ресурсов и других источников для  
использования при составлении заданий школьного этапа**

1. Чуранов С.С., Демьянович В.М. Химические олимпиады школьников. – М.: Знание, 1979.
2. Белых З.Д. Проводим химическую олимпиаду. – Пермь: Книжный мир, 2001.
3. Лунин В., Тюльков И., Архангельская О. Химия. Всероссийские олимпиады. Выпуск 1. (Пять колец) / Под ред. акад. Лунина В. В. — Просвещение Москва, 2010.
4. Лунин В., Тюльков И., Архангельская О. Химия. Всероссийские олимпиады. Выпуск 2. (Пять колец) / Под ред. акад. Лунина В. В. — Просвещение Москва, 2012.
5. Задачи Всероссийской олимпиады школьников по химии/ Под общей редакцией академика РАН, профессора В.В.Лунина / О. Архангельская, И. Тюльков, А. Жиров и др. — Экзамен Москва, 2003.
6. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета. Учебное пособие / Н. Кузьменко, В. Теренин, О. Рыжова и др. — Издательство Московского Университета Москва, 2011.
7. "Химия в школе" - научно-методический журнал
8. Энциклопедия для детей, Аванта+, Химия, т.17, М: «Аванта+», 2003.
9. Леенсон И. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. — ИД Интеллект Москва, 2010.
10. Хаусткрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х томах. Пер. с англ.— М.: Мир, 2002.
11. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. «Органическая химия», М.: «Химия», 1989
12. Органическая химия / под ред. Н.А. Тюкавкиной в двух томах, М.: «Дрофа», 2008
13. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии для поступающих в вузы 16-е изд., дополненное и переработанное М. : Лаборатория знаний, 2016
14. МГУ - школе. Варианты экзаменационных и олимпиадных заданий по химии: 2015/Под редакцией проф. Н. Е.Кузьменко. М.: Химический ф-т МГУ, 2015 (ежегодное издание, см. предыдущие годы)
15. Еремин В. В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Изд. 2-е, дополненное. М.: МЦНМО, 2014
16. Еремина Е. А., Рыжова О. Н. Химия: Справочник школьника. Учебное пособие. М.: Издательство Московского университета. 2014
17. Лисицын А.З., Зейфман А.А. Очень нестандартные задачи по химии. Под ред. профессора В.В. Ерёмкина. М.: МЦНМО, 2015
18. Вопросы и задачи по общей и неорганической химии / С. Ф. Дунаев, Г. П. Жмурко, Е. Г. Кабанова и др. — Книжный дом "Университет" Москва, 2016
19. Свитанько И.В., Кисин В.В., Чуранов С.С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач: Учебное пособие для подготовки к олимпиадам школьников по химии. М., Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова; М., Высший химический колледж РАН; М., Издательство физико-математической литературы (ФИЗМАТЛИТ). 2012 (<http://www.chem.msu.su/rus/school/svitanko-2012/fulltext.pdf>)

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Архив задач и решений Регионального и Заключительного этапа Всероссийской олимпиады на Портале Всероссийской олимпиады школьников. Химия – [http://www.rosolymp.ru/index.php?option=com\\_participant&action=task&Itemid=6789](http://www.rosolymp.ru/index.php?option=com_participant&action=task&Itemid=6789)
2. Электронный практикум для подготовки к олимпиадам (авторы Емельянов В.А., Ильин М.А., Коваленко К.А.) – <http://www.niic.nsc.ru/education/problem-book/>
3. Раздел «Школьные олимпиады по химии» портала “ChemNet” – <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/>
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet” <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
5. Архив задач на портале «Олимпиады для школьников» – <https://olimpiada.ru/>

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																		2 He 4,0026
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559		22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059		40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [263]	107 Bh [264]	108 Hs [265]	109 Mt [268]	110 Ds [271]	111 Rg [272]							

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]



### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

### РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ ВОДЕ

анион катион	OH <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sup>+</sup>	–	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag <sup>+</sup>	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba <sup>2+</sup>	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca <sup>2+</sup>	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu <sup>2+</sup>	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg <sup>2+</sup>	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb <sup>2+</sup>	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe <sup>3+</sup>	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P

**P** – растворимо    **M** – малорастворимо (< 0,1 М)    **H** – нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> М)    – не существует или разлагается водой

