

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ  
ПОЛИТИКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ, ПОДДЕРЖКИ И РАЗВИТИЯ  
СПОСОБНОСТЕЙ И ТАЛАНТОВ У ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ «ОРИОН»  
(ГАУ ДО ВО «Региональный центр «Орион»)

## Методическая разработка к программе ПДО «Курс начального ознакомления с химией»

### Материалы первой темы: «Язык, на котором говорят химики»

Профиль: **химия**

Возраст обучающихся: **12-14 лет**

Уровень освоения: **базовый**

Автор  
Фомина Мария Игоревна  
педагог дополнительного образования

г. Воронеж, 2020

## Предисловие

В данной авторской методической разработке собраны конспекты занятий первой изучаемой темы «Язык, на котором говорят химики» в дополнительной общеразвивающей программе «Курс начального ознакомления с химией». Материалы предназначены для учащихся этого курса, чтобы восполнить пропущенные занятия, а также, чтобы лучше усвоить материал. Также прилагаются ссылки на авторские упражнения и квесты.

## Оглавление

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Признаки химических реакций. Химические и физические явления .....                 | 4  |
| Лабораторная работа №1. Признаки химических реакций.....                           | 6  |
| Строение атома и Периодический закон .....                                         | 8  |
| 1. Основные понятия.....                                                           | 8  |
| 2. Из чего состоит атом?.....                                                      | 9  |
| 3. Можно ли увидеть атом?.....                                                     | 11 |
| 4. История развития представлений о строении атома .....                           | 14 |
| 5. Связь строения атома с положением в Периодической системе Д.И. Менделеева ..... | 17 |
| Характеристика элемента по положению в ПС .....                                    | 20 |
| 1. Вспомним, что было до этого .....                                               | 20 |
| 2. Сравнение радиусов атомов по Таблице Менделеева .....                           | 20 |
| 3. Сравнение электроотрицательности атомов по Таблице Менделеева.....              | 22 |
| 4. Характеристика элемента по положению в Таблице Менделеева.....                  | 25 |
| 5. Схема конфигураций электронных оболочек атомов .....                            | 27 |
| Лабораторная посуда и оборудование.....                                            | 30 |
| 1. Посуда для проведения реакций .....                                             | 30 |
| 2. Посуда для приготовления растворов .....                                        | 31 |
| 3. Оборудование и посуда для нагревания.....                                       | 32 |
| 4. Установки для фильтрования .....                                                | 34 |
| 5. Мерная посуда (посуда и устройства для измерений) .....                         | 35 |
| 6. Посуда для хранения.....                                                        | 37 |
| 7. Посуда для разделения смесей.....                                               | 38 |
| 8. Взвешивание .....                                                               | 41 |
| 9. Посуда для прибавления по каплям.....                                           | 42 |
| 10. Прочая посуда .....                                                            | 43 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 11. Аппараты .....                                              | 43 |
| "Строительные блоки" любого вещества. Химическая связь .....    | 44 |
| 1. Вспомним прошлое.....                                        | 44 |
| 2. Природа атома: металлы и неметаллы .....                     | 44 |
| 3. Различие свойств металлов и неметаллов .....                 | 46 |
| 4. Ионы .....                                                   | 47 |
| 5. Химическая связь.....                                        | 48 |
| 6. Типы кристаллических решёток .....                           | 49 |
| Учимся писать формулы и называть вещества .....                 | 50 |
| 1. Простые вещества .....                                       | 50 |
| 2. Названия бинарных веществ.....                               | 51 |
| 3. Названия сложных веществ.....                                | 54 |
| 4. Упражнения.....                                              | 55 |
| Молекулярная масса и количество вещества.....                   | 56 |
| 1. Понятия .....                                                | 56 |
| 2. Расчёт молекулярной массы .....                              | 56 |
| 3. Расчёт количества вещества для жидких и твёрдых веществ..... | 57 |
| 4. Расчёт количества вещества для газов .....                   | 58 |
| Итоговое задание.....                                           | 59 |

## Признаки химических реакций.

### Химические и физические явления

[Презентация к занятию](#)

#### Конспект:

1. Химия - это наука, которая изучает вещества, их свойства и строение, а также химические превращения. Последние принято называть "Химическими реакциями". Все наблюдаемые нами объекты состоят из каких-либо веществ: телефон, бумага, стол, одежда и т.д. Но все ли наблюдаемые нами явления имеют химическую природу (являются химическими реакциями)? Например, возникновение радуги, или способность наших глаз различать цвета этой радуги? Горение свечи? Кипение воды?...

2. Нет. Все явления, которые мы наблюдаем, **условно** можно разделить на физические явления и химические явления. Принципиальное отличие одних от других - в химическом превращении изменяется состав вещества и его химические свойства, тогда как в физических явлениях этого не происходит



3. Как легко различать физические и химические явления? Для этого существует пять признаков химических реакций:

#### 1. Выпадение/исчезновение осадка

Когда при смешении двух прозрачных растворов образуются нерастворимые хлопья, нити и т.д. По этому признаку, например, **образование накипи в чайнике** является химической реакцией.

## **2. Выделение газа (или поглощение газа раствором)**

Обычно проявляется в виде бурного выделения пены/пузырьков. Наблюдается, например, при **смешивании соды с уксусом или раствором лимонной кислоты**. Поглощение газов иногда используют для нейтрализации их вредного воздействия или для синтеза. Например, **поглощение сернистого газа водой** при производстве серной кислоты.

## **3. Появление запаха**

Частное следствие проявления признака №2, так как некоторые газы обладают собственным запахом. Например, специфичный **запах некоторых минеральных вод (запах тухлых яиц) указывает на наличие сероводорода** (такие минеральные источники ещё называют сероводородными)

## **4. Изменение цвета**

Один из самых популярных, но тем не менее, неоднозначных признаков химической реакции. Дело в том, что не всегда изменение цвета свидетельствует о реакции - если вы смешиваете два цветных раствора (скажем, жёлтый и красный), то появление оранжевой окраски связано с поглощением света смесью цветных растворов, но не с протеканием химической реакции. А вот **выцветание красок от света или при хранении на воздухе** можно считать признаком химической реакции (окисления или разложения)

## **5. Выделение или поглощение тепла (света)**

Очень много реакций протекают с выделением тепла, но если оно происходит бурно и со светом - то это уже настоящий взрыв! **Взрыв петарды, салюта, снаряда** является химической реакцией

Все эти признаки должен знать каждый человек, а особенно тот, кто работает с химическими веществами

4. Кроме непосредственно признаков химической реакции намекнуть нам на то, что наблюдаемое явление имеет химическую природу, могут условия протекания химических реакций. Они довольно разнообразны, на ход реакции влияет множество факторов, такие как:

1)нагревание/охлаждение

длительное или мгновенное (поджигание спичкой, например)

2)измельчение (если речь про твёрдые вещества)

этим обусловлено существование т.н. **пирофорных** металлов - т.е. самовоспламеняющихся на воздухе (например, пирофорное железо)

3) *перемешивание, приведение в тесный контакт* (актуально для твёрдых и нелетучих жидких веществ)

4) *изменение давления (для газообразных веществ)*

так в верхних слоях атмосферы из-за пониженного давления возможны реакции газов в воздухе, которые не протекают на поверхности при нормальном атмосферном давлении

5) *добавление растворителя (и природа этого растворителя)*

6) *наличие вещества, ускоряющего скорость реакции - катализатора* (например, в нашем желудке есть куча таких - для наиболее быстрого расщепления питательных веществ из пищи)

### Лабораторная работа №1. Признаки химических реакций

Так как любой исследователь и учёный (кем мы и намереваемся стать, как минимум, на ближайшие полгода) проводит опыты, то делает он это для того, чтобы получить результаты и наблюдения. А чтобы их не забыть - всегда следует вести лабораторный журнал.

Это такая тетрадь, в которой обязательно пишется:

1) Название работы

2) Дата выполнения

3) Цель работы

4) Оборудование и реактивы, необходимые для проведения опыта (желательно их количество, концентрации и т.д.)

5) План работы и методики

**Методика** эксперимента - это подробное описание действий, которое необходимо совершить, чтобы выполнить опыт.

Это обязательная часть - от методики выполнения напрямую зависит, получится опыт или нет. Это то, что очень тяжело восстановить по памяти. Как правило, **продумывается и составляется заранее**, до проведения опыта.

6) Наблюдения

Это то, что Вы непосредственно видите, когда проводите опыт. Не следует путать с выводами!

7) Выводы - заключения, которые Вы делаете на основе наблюдений и методики. Не путать с наблюдениями! Например,

"*Выпал осадок синего цвета*" - это наблюдение, а явление, которое его вызвало - это вывод, например "*Значит, образовался гидроксид меди (II)*" или "*значит произошла*

*химическая реакция*". Вывод напрямую зависит от цели работы и должен отвечать на вопрос, который озвучивает цель

8) схемы реакций

когда мы сможем писать химические реакции, то будем писать их в лабораторных работах

9) схемы установок

перед началом работы всегда следует представлять себе, что Вы будете делать, для этого обычно чертится схема установок, используемых в опыте. На схеме обозначаются названия элементов.

**Важно!** Все перечисленные элементы, кроме наблюдений и выводов оформляются ДО начала лабораторной работы! **Условием допуска к лабораторной работе является осознание того, что учащийся собирается делать** - а лабораторный журнал - подтверждение этого осознания.

Для выполнения лабораторной работы Вам **понадобится шаблон**

Откройте его в Microsoft Office Word. Просмотрите внимательно видео экспериментов

## Вопросы для самопроверки:

1. В чём принципиальное отличие физических явлений от химических?
2. Мы сформулировали признаки химических реакций как признаки химических явлений. А можно ли сформулировать такие же признаки физических явлений? Если «да», то как они могут звучать?
3. Почему изменение цвета не всегда является признаком химической реакции?

# Строение атома и Периодический закон

[Презентация занятия](#)

## Конспект

### 1. Основные понятия

Ранее мы уже выяснили, что химия изучает вещества, их строение, свойства, а также химические превращения. Но из чего состоят сами вещества?

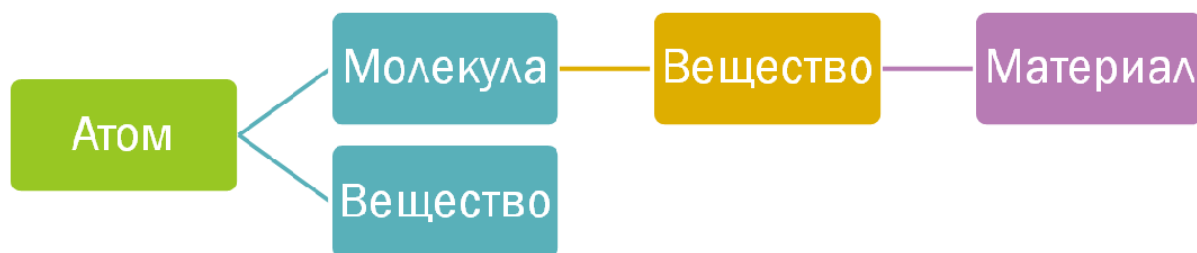


Рис. 1. Из чего состоят вещества

Все объекты состоят из **материалов** (современные очень сложны и состоят, как правило, из композиций материалов, что затрудняет их повторную переработку), **материалы** в свою очередь состоят из веществ, а **вещества** - из **молекул**. И, если пойти ещё дальше вглубь вещества, то окажется, что **молекулы** состоят из **атомов**.

Не все вещества имеют *молекулярное строение* (т.е. состоят из молекул) - есть и такие, которые состоят сразу из атомов. Это, например, графит (стержень простого карандаша) или алмаз

Как сформулировать определения понятий "**молекула**" и "**атом**"? И то, и то является элементарной структурной единицей, которая сохраняет свойства всего вещества. Т.е. если очень много раз разделить вещество пополам, в итоге останется такая частица, которая сохраняет свойства объекта, но разрушение её не приведёт к созданию такой элементарной частицы.

**Атом** – это наименьшая частица *химического элемента*, которая сохраняет

**Молекула** – это наименьшая часть *вещества*, обладающая его химическими свойствами

**Вещество** – вид материи (или субстанция) обладающая определёнными химическими свойствами

**Химический элемент** – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядер, «тип» атома

Химические элементы обозначаются при письме как символы из Таблицы Менделеева, например  
Au – золото, O – кислород, N – азот

Читается либо как название элемента (как правило, для элементов, обозначаемых одной буквой), либо латинское название (как правило, для элементов из двух букв)  
Au – "аурум", Cu – "купрум", Fe – "феррум", Ag – "аргентум" и т.д. (но Mg – "магний", Zn – "цинк" и т.д.)

## 2. Из чего состоит атом?

Согласно современным представлениям, атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженной электронной оболочки:

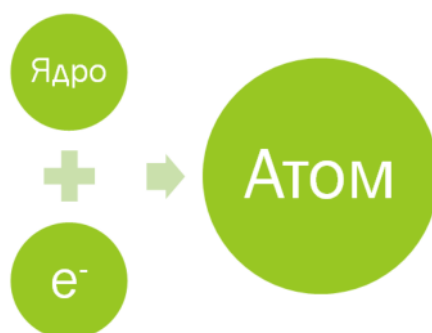


Рис. 2. Атом состоит из ядра и электронной оболочки

В состав ядра входят положительно заряженные **протоны  $p^+$**  и не заряженные частицы – **нейтроны  $n^0$** . Число протонов определяет **заряд ядра  $Z$** . Число **нейтронов** принято обозначать  **$N$** .

Так как атом сам по себе электронейтрален, то число электронов в нём равно числу протонов в ядре (или заряду ядра).

Нетрудно догадаться, что масса атома определяется суммой масс протонов, нейтронов и электронов в атоме. В таблице ниже приведены их значения (см. Таблица 1.):

Из этих данных видно, что масса электрона пренебрежительно мала в сравнении с массами протона и нейтрона. Именно они и определяют **атомную массу элемента ( $A$ )**.

Протоны несут на себе положительный заряд – а что делают нейтроны?

| Частицы  | Заряд                 |                  | Масса                 |         |
|----------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------|
|          | Кл                    | условные единицы | г                     | а.е.м.  |
| Протон   | $1,6 \cdot 10^{-19}$  | +1               | $1,67 \cdot 10^{-24}$ | 1,00728 |
| Нейтрон  | 0                     | 0                | $1,67 \cdot 10^{-24}$ | 1,00866 |
| Электрон | $-1,6 \cdot 10^{-19}$ | -1               | $9,1 \cdot 10^{-28}$  | 0,00055 |

Таблица 1. Масса и заряд электрона, протона и нейтрона

Увеличивают атомную массу! Если у двух атомов одинаковый **заряд ядра Z**, но разное **число нейтронов N**, то такие атомы называются **изотопами**

Продemonстрируем это на примере водорода. Это - первый и в некотором роде особый элемент, который заслужил отдельные названия изотопов.

Самый распространённый изотоп водорода - **протий** (т.к. если оторвать от атома водорода один электрон, останется "голый" протон). В его состав входит один протон и один электрон. Но если добавить к нему один нейтрон, получится **дейтерий** (изотоп водорода с атомной массой 2)

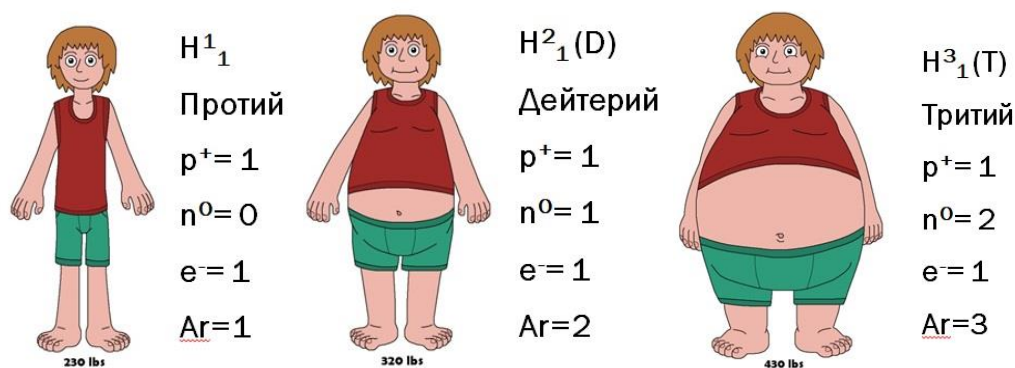


Рис. 3. Протий, дейтерий и тритий

Может, Вы слышали о тяжёлой воде? Так вот это вода, в которой все "обычные" атомы протия H заменены на дейтерий D (получается, что формула "тяжёлой" воды  $D_2O$ ). Тяжёлая вода используется в некоторых методах химического анализа, чтобы растворитель не мешал определять атомы H непосредственно в исследуемом веществе. А если к дейтерию добавить ещё один нейтрон, то получится ещё один изотоп водорода - **тритий**.

В среднем, с учётом распространённости этих изотопов в природе, **масса атома водорода составляет 1,00794 а.е.м.**

На самом деле это не конец в строении атома - протоны и нейтроны в свою очередь состоят из более мелких субчастиц - **кварков**, но это уже область ядерной физики.

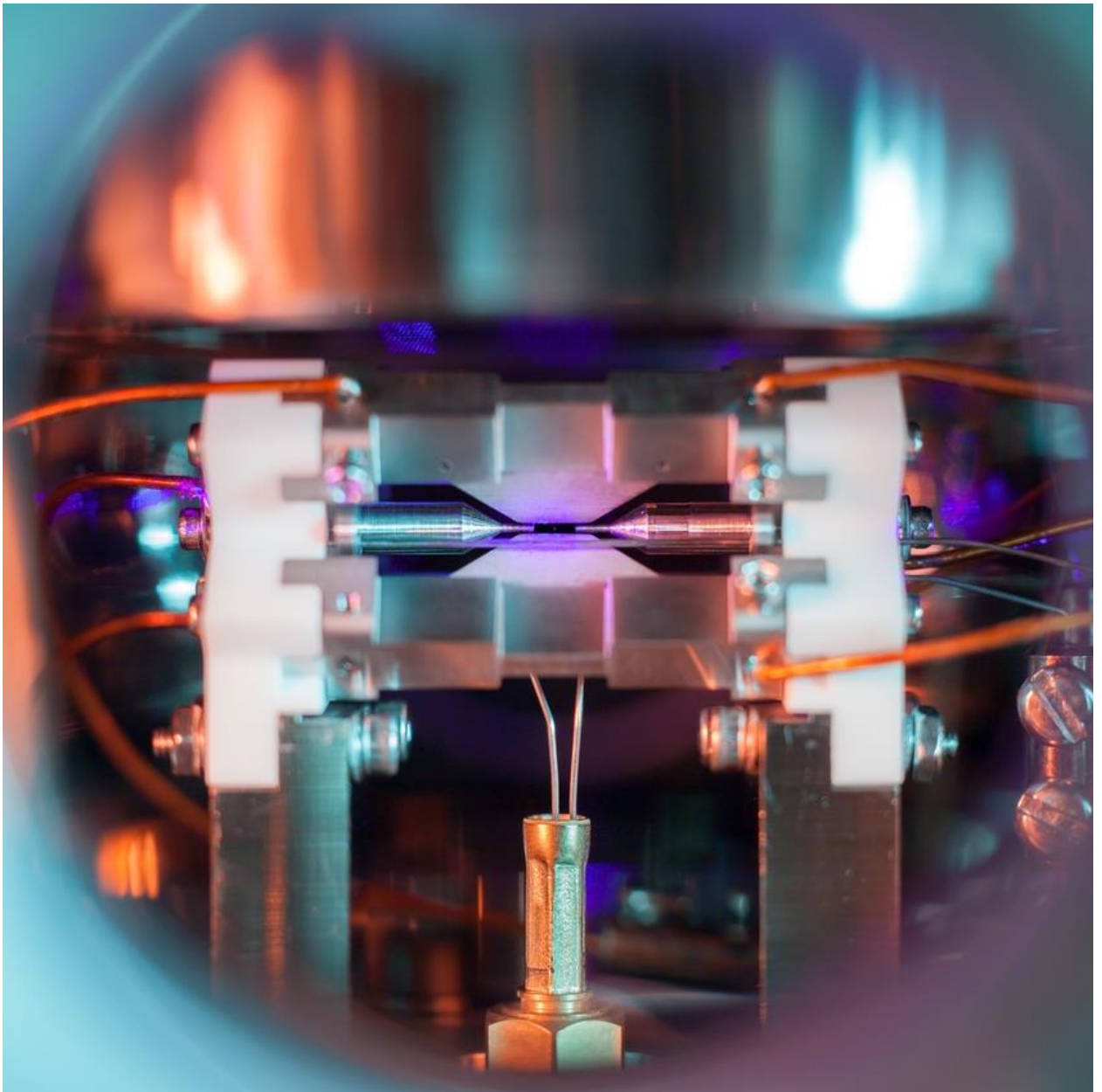
### 3. Можно ли увидеть атом?



Стандартный вопрос скептиков звучит так: "Если я чего-то не видел, значит, этого не существует". Существуют ли тогда атомы, если их никто не видел? Или всё же видел?

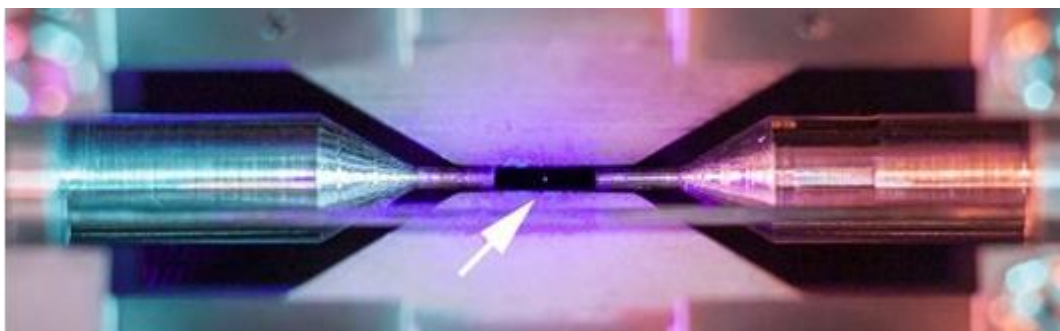
На самом деле атом непосредственно глазами увидеть нельзя, это можно сделать с помощью техники, но и тут возникают сложности, так как приходится рассматривать объект на атомном уровне. Но тем не менее, учёные нашли выход

В 2017 г Дэвиду Надлингеру из Оксфордского университета удалось поймать атом цезия в ионную ловушку. Это сильное магнитное поле, которое "зафиксировало" атом между двумя зондами. Чтобы атом стало видно, его "заставляли" светиться, облучая лазером. В итоге получилось фото, которое стало победителем [пятого конкурса научной фотографии](#).



*Рис 4. Фото атома стронция в ионной ловушке*

Видите? Между кончиками электродов находится маленькая светящаяся точка - это и есть атом стронция



Не заметили? Атом стронция был выбран отчасти из-за своих крупных размеров, но даже так разглядеть его довольно трудно. И фото было сделано на высокой выдержке, так что если бы мы стояли рядом, то ничего бы не увидели.

Есть и ещё один способ в прямом смысле **потрогать** атомы. Только не пальцами, а специальным зондом, кончик которого заточен до уровня атомов. Так работает сканирующая зондовая микроскопия. В этом видео можно наглядно посмотреть, как работает сканирующий зондовый микроскоп <https://youtu.be/MdL5yDuwxm0>

И таким способом можно получать фото атомов в упорядоченных структурах

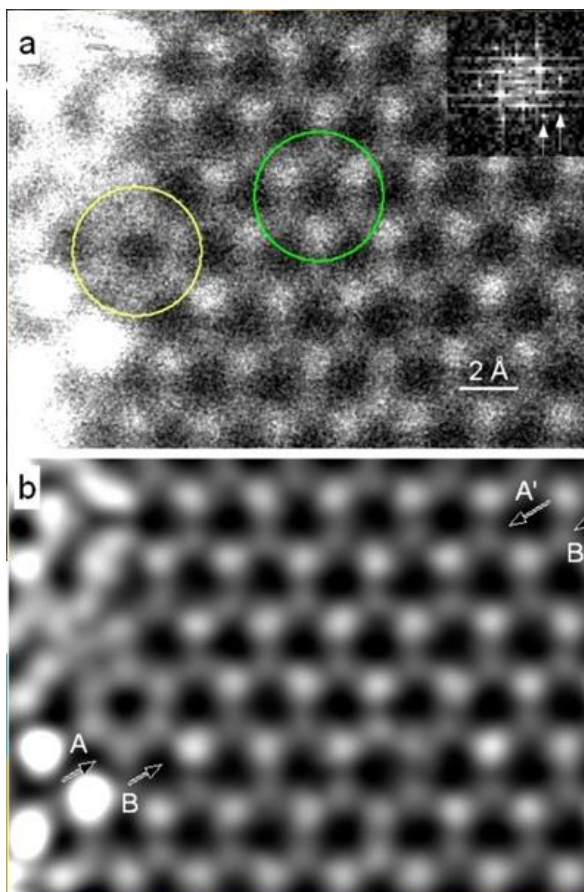


Рис. 5. Снимок, полученный с помощью сканирующего зондового микроскопа

А если хочется увидеть ядро и электроны? Такое возможно? Учёные и **тут нашли способ, как это сделать**. В 2013 году группа ученых из Германии, Греции, Нидерландов, США и Франции получила снимки атома водорода. Для этого был применён фотоионизационный метод. Учёные зафиксировали атом и "отрывали" от него единственный электрон. По месту его попадания на фотопластинку выясняли координату электрона до ионизации.

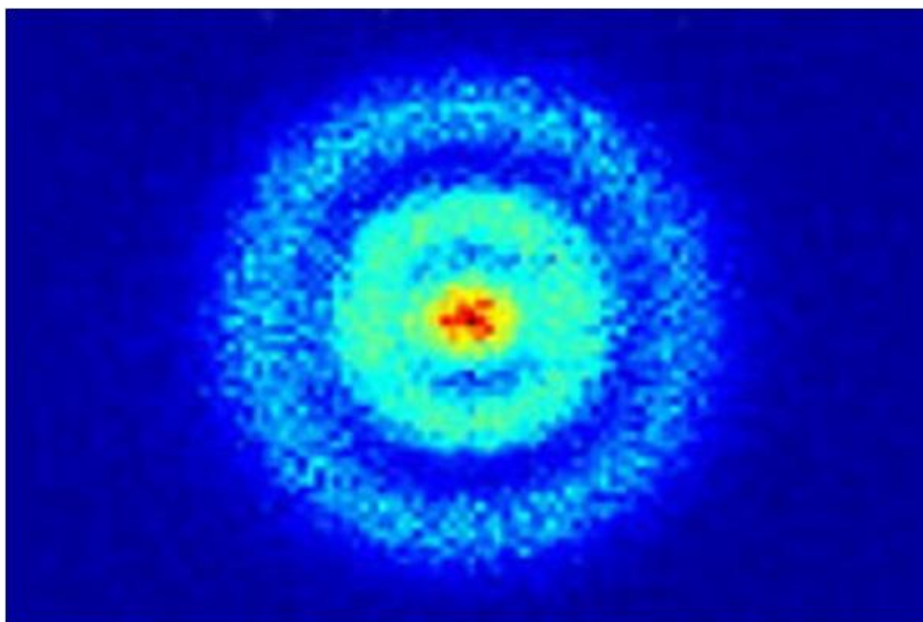


Рис 6. Фото атома водорода

Может возникнуть вопрос: у водорода всего один электрон - так почему вокруг ядра так много голубых точек? Дело в том, что учёные провели опыт 20000 раз, чтобы установить области, в которых электрон находится чаще всего.

#### 4. История развития представлений о строении атома

По истине впечатляющей является история развития представления о строении атома. Как учёные конца XIX-начала XX века могли строить теории, подтверждаемые нашими современниками, и рассуждать о свойствах частиц, существование которых ещё не доказано.

История открытия строения атома началась с открытия электрона

**1897 г – Д.Д. Томпсон**, исследуя "катодные лучи", обнаружил, что на них может воздействовать магнитное поле. Так **были открыты электроны**.

**1919 г – Э. Резерфорду удалось получить протоны**, бомбардируя атомы азота альфа-частицами (поток электронов). Он предполагал, что существует ещё один вид частиц, который не обладает зарядом, но Резерфорду не удалось этого доказать. Однако, доказательства факта существования протонов и электронов Резерфорду было достаточно, чтобы сформулировать первую, жизнеспособную теорию атома.

#### **1911 г – Планетарная модель Э. Резерфорда**

1. В центре находится положительно заряженное ядро, занимающее ничтожно малое пространство атома
2. Весь положительный заряд и почти вся масса сосредоточены в его ядре
3. Электроны вращаются вокруг ядра и их число равно заряду ядра.

Недостаток – из-за собственной энергии электрон должен постепенно упасть на ядро, а атом – уничтожиться. Но этого не происходит

**1932 г – Д. Чедвик смог открыть нейтроны**

**1912 г – Дж. Франк и Г. Герц доказали дискретность, т.е. квантованность энергии электрона**

Что такое дискретность (или квантовость)? Это означает, что величина не может принимать любые значения, а только определённые. В бытовом смысле, например, в размер бумаги в канцелярском магазине принимает дискретные значения



1912 г – Теория Н. Бора. На основе открытия Франка и Герца, Бор предположил, что электроны не подчиняются законам классической механики и дополнил планетарную модель Резерфорда

1. Электрон может вращаться вокруг ядра только по строго определенным (стационарным) круговым орбитам
2. При движении по стационарным орбитам электрон не излучает и не поглощает энергии

Недостаток – модель хорошо работает только для атома водорода

### **Современная (квантовая) теория строения атома:**

**1. Электрон имеет двойственную, корпускулярно-волновую природу (может вести себя и как частица, и как волна)**

Как частица электрон материален и обладает массой, как волна - электрон способен преломляться

**2. Для электрона невозможно одновременно измерить скорость и координату движения (принцип неопределённости Гейзенберга)**

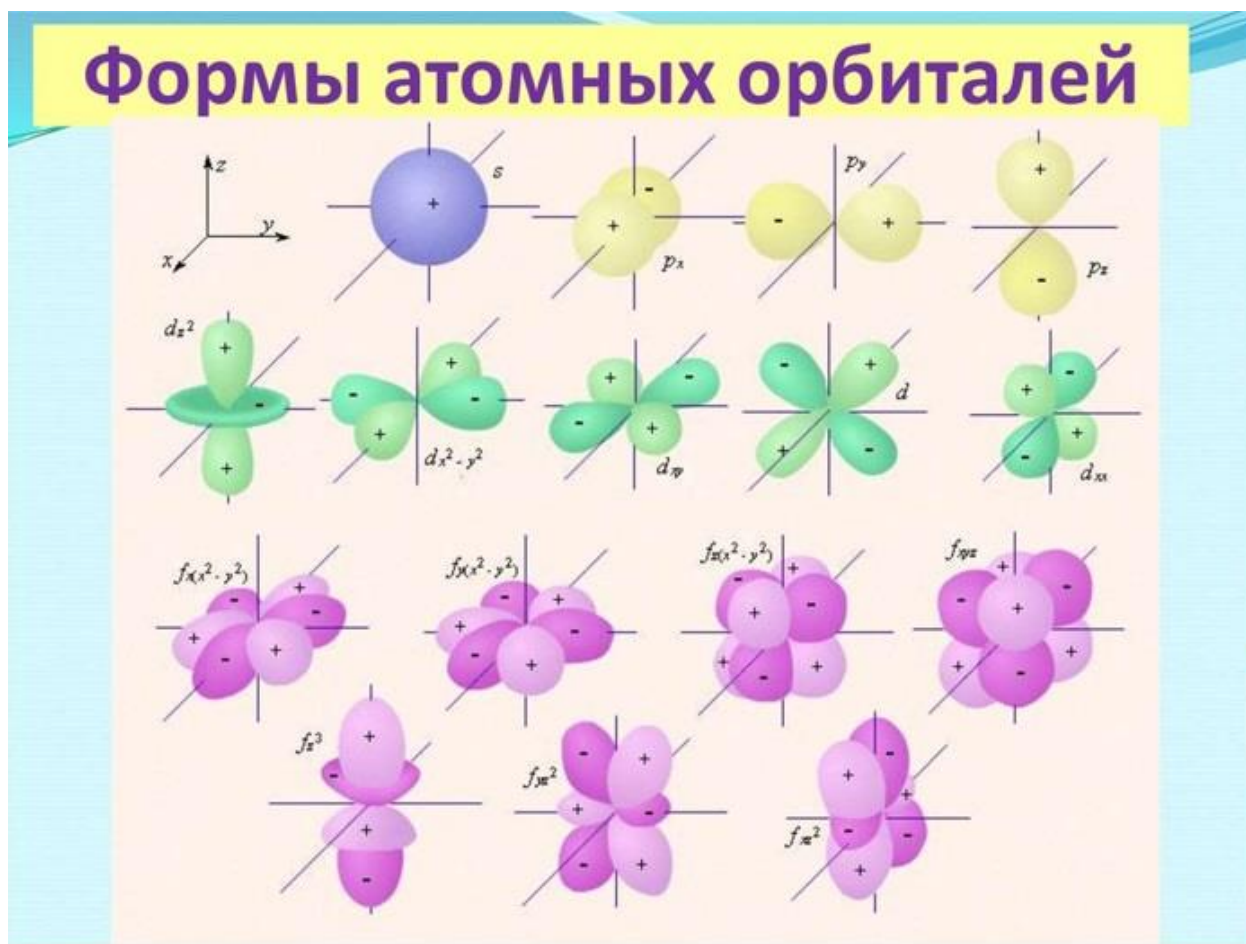
Если частица движется и имеет определённую энергию, чтобы определить её координату, нам надо сообщить ей энергию (лазерным лучом, другим видом излучения или потоком частиц), но тогда первоначальная скорость изменится и мы не сможем её измерить. **Иначе говоря, мы не можем наблюдать систему на уровне атомных частиц, не воздействуя на неё.**

**3. Электрон не движется по определённым орбиталям – он может находиться в любой части атома, но с большей долей вероятности находится на орбиталях**

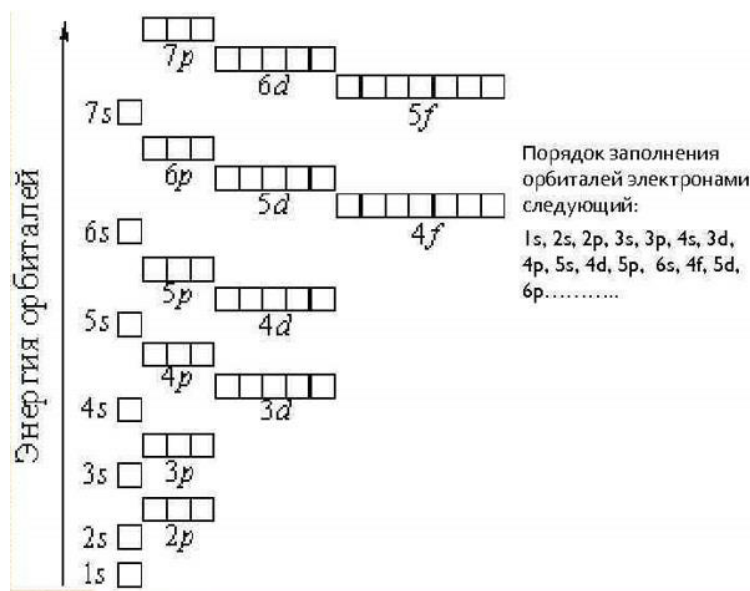
Так на фото атома водорода видно, что электрон встречается в разных областях вблизи ядра, но **чаще всего** - на круговой орбите.

**4. Ядра атомов состоят из нейтронов и электронов**

Существует 4 типа орбиталей в атоме, с каждым новым уровнем появляется новый тип орбитали:



Каждая из этих орбиталей обладает определённой энергией, их можно расположить на диаграмме в порядке возрастания энергий (чтобы не рисовать орбитали, их принято рисовать в форме квадратиков)



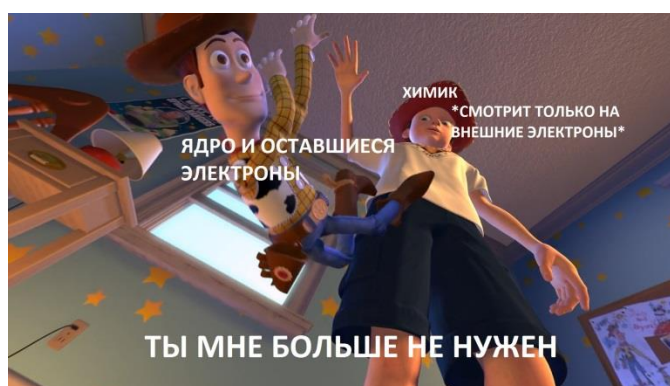
Также для заселения электронами этих орбиталей существует несколько правил:

1. В первую очередь заселяются электроны с наименьшей энергией
2. На одной орбитали может находиться два электрона
3. В атоме не может быть двух одинаковых электронов, у них есть собственный момент вращения – спин
4. На подуровнях, где имеется больше одной орбитали, каждую орбиталь заселяет сначала один электрон, и только потом, при необходимости, добавляется второй с противоположным спином
5. Когда на d орбитали не хватает одного электрона до полного завершения, возникает «провал» электрона – недостающий электрон переходит на d орбиталь с предыдущего уровня

(см пример составления электронной конфигурации в уроке)

## 5. Связь строения атома с положением в Периодической системе Д.И. Менделеева

Для чего химики хотят знать строение атома? В первую очередь для того, чтобы понимать строение внешней электронной оболочки атома. Ведь только она участвует в образовании химических связей



Существует два варианта всем известной Таблицы Менделеева - короткопериодный вариант (стандартный)

и длиннопериодный вариант, в котором элементы разделены на блоки - по типу орбитали, завершающей внешний электронный уровень

18

По положению в Периодической системе можно определить:

- 1) Порядковый номер => **заряд ядра  $Z$**  => **число электронов**
- 2) **Число электронных слоёв** (уровней) => номер периода
- 3) Номер группы => **число электронов на внешнем уровне**
- 4) Блок (в длиннопериодной версии) => **вид орбитали на внешнем уровне**

Также атомы можно сравнивать между собой по таким параметрам

- 1) Радиус атома**
- 2) Электроотрицательность (способность притягивать к себе электроны)**
- 3) Металлические/неметаллические свойства**

Подробнее со свойствами атомов и их положением в периодической системе мы поговорим на следующих занятиях.

## Вопросы для самопроверки:

1. Из чего состоит атом?
2. Можем ли мы «увидеть» атом, изучить координаты и скорости движения электронов, не воздействуя на них?
3. Чем различаются длиннопериодный и короткопериодный варианты Таблицы Менделеева?
4. Почему химиков интересуют только электроны на внешнем уровне?
5. Попробуй найти ошибки в тексте: <https://learningapps.org/display?v=p35id0n2n20>

# Характеристика элемента по положению в ПС

[Презентация занятия](#)

## Конспект

### 1. Вспомним, что было до этого

На предыдущем занятии мы разбирали вопросы, связанные со строением атома. А именно мы выяснили, что:

- Все вещества состоят из молекул либо из атомов, и все молекулы состоят из атомов, соединённых химическими связями
- Атом состоит из протонов, нейтронов и электронов
- Число протонов равно числу электронов и равно порядковому номеру в ПС
- Сумма числа нейтронов и протонов даёт атомную массу
- Если заряд ядра одинаковый, а масса разная – значит, это изотоп

Также мы говорили, что по таблице Менделеева можно определить количество электронных слоёв и число электронов на внешнем уровне, а также сравнивать радиусы и электроотрицательность атомов. Сегодня поговорим об этом подробнее

### 2. Сравнение радиусов атомов по Таблице Менделеева

**Радиус атома** – это расстояние от центра ядра до самой дальней точки на поверхности электронного облака. С помощью радиуса атома можно оценить его **размер**.

Изменение радиусов атома проиллюстрировано на рисунке:

|    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    | He |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| K  | Ca | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |
| Cs | Ba | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |

Т.е. радиус **уменьшается слева направо по периоду (строчке) и снизу вверх по группе** (столбец)

#### Приведём примеры

1. Расположите атомы в порядке увеличения их радиусов:  
Ca, Br, As (кальций, бром, мышьяк)

- Находим эти элементы в ПС (прим. – Периодической системе)

|    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    | He |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| K  | Ca | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |
| Cs | Ba | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |

- Видим, что это элементы одного периода (строки), следовательно, **радиус увеличивается справа налево**. Тогда верный порядок: **Br, As, Ca**

2. Расположите атомы в порядке увеличения их радиусов:  
Sn, C, Pb (олово, углерод, свинец)

- Также находим эти элементы в ПС

|    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    | He |
| Li | Be | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Na | Mg | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| K  | Ca | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |
| Cs | Ba | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |

- Делаем вывод, что это элементы одной группы, значит, радиус **увеличивается сверху вниз**. Тогда верный порядок: **C, Sn, Pb**

Попробуйте теперь сами с помощью таблицы Менделеева сравнить радиусы атомов: [перейти к упражнению https://learningapps.org/display?v=pxz41x4qa20](https://learningapps.org/display?v=pxz41x4qa20)

### 3. Сравнение электроотрицательности атомов по Таблице Менделеева

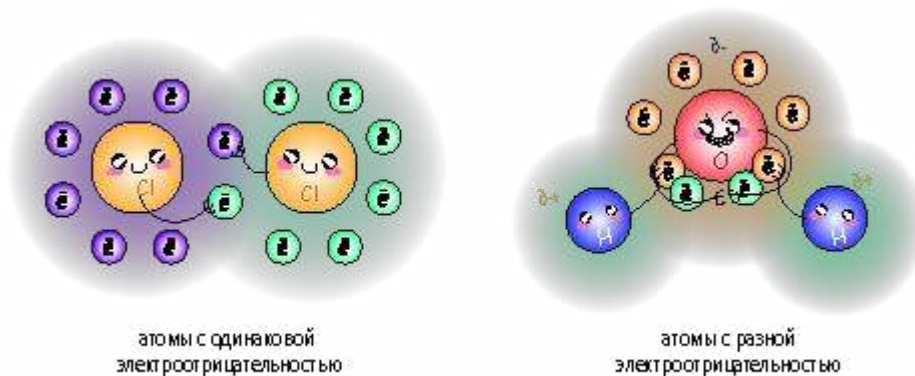
Мы с вами говорили, что все электроны атома находятся в электронном облаке, но что с ними происходит, когда атомы соединяются в молекулу? Они перестают принадлежать тем атомам, в которых были изначально и становятся **общими** для всей молекулы электронами. Таким образом, молекула приобретает себе собственную «шубу» из электронного облака. Но не все ядра обладают одинаковой способностью удерживать вокруг себя много электронов – отсюда и возникает такая характеристика как **электроотрицательность**.

**Электроотрицательность** – это способность атомов химических элементов смещать на себя электронную плотность молекулы.

Можно представить себе это как перетягивание каната. Если «силы» двух ядер химических элементов равны, то никто не сможет перетянуть на себя канат. Это возникает тогда, когда заряд у двух ядер одинаковый, т.е. это ядра одного химического элемента.



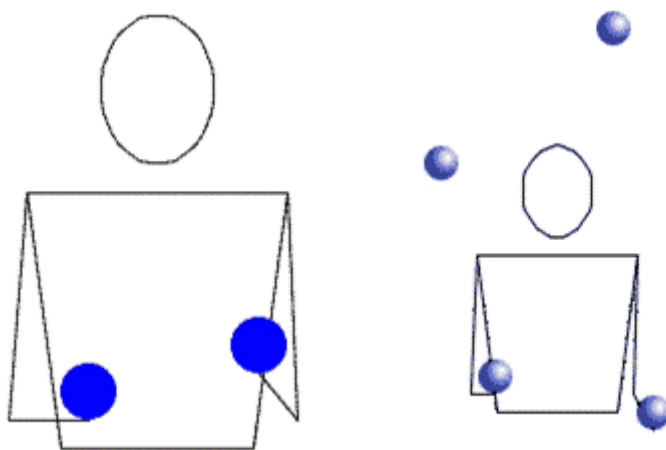
Если элементы разные, то смещение будет происходить всегда, но его степень будет зависеть от разницы в «силах» двух ядер



**Электроотрицательность** – это величина, которая, как и радиус, имеет **точное значение**. Но, не имея под рукой справочника, мы всё-таки можем сравнить её по положению в Таблице Менделеева.

**Электроотрицательность зависит от размера атома и количества электронов, которое удерживает вокруг себя атом.** Чем больше радиус и количество электронов – тем меньше электроотрицательность. И наоборот – чем меньше атом и меньше электронов, тем выше электроотрицательность.

Это можно сравнить с жонглированием предметов. Если жонглёр перебрасывает только два шарика и очень невысоко, то он с лёгкостью сможет добавить и третий шарик. Если же он манипулирует, скажем, четырьмя шариками и подбрасывает их очень высоко, то добавить пятый будет проблематично – проще, наоборот, убрать один или несколько шаров. В нашем случае – высота подбрасывания – это размер атома, а количество шаров – количество всех электронов.



Таким образом, электроотрицательность увеличивается слева направо по периоду (строке) и снизу вверх по группе (столбцу). Можно запомнить так: фтор – самый электроотрицательный элемент, чем ближе элемент находится к фтору, тем он более электроотрицателен.

Снова воспользуемся Таблицей Менделеева и сравним электроотрицательность элементов

| ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА |                               |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|----|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------|----|----|----|-----|----|---|--|--|--|
| ПЕРИОДЫ                                                     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|                                                             | A                             | I  | II                            | III             | IV                            | V               | VI                            | VII             | VIII | VI | V  | IV | III | II | I |  |  |  |
| 1                                                           | (H)                           |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 2                                                           | Li                            | Be | B                             | C               | N                             | O               | F                             | Ne              |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 3                                                           | Na                            | Mg | Al                            | Si              | P                             | S               | Cl                            | Ar              |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 4                                                           | K                             | Ca | Sc                            | Ti              | V                             | Cr              | Mn                            | Fe              | Co   | Ni |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 5                                                           | Rb                            | Sr | Y                             | Zr              | Nb                            | Mo              | Tc                            | Ru              | Rh   | Pd |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 6                                                           | Cs                            | Ba | La*                           | Hf              | Ta                            | W               | Re                            | Os              | Ir   | Pt |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 7                                                           | Fr                            | Ra | Ac**                          | Rf              | Db                            | Sg              | Bh                            | Hs              | Mt   |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|                                                             | R <sub>2</sub> O              | RO | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | RO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | RO <sub>3</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | RO <sub>4</sub> |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| ЛАНТАНОИДЫ*                                                 | Ce                            | Pr | Nd                            | Pm              | Sm                            | Eu              | Gd                            | Tb              | Dy   | Ho | Er | Tm | Yb  | Lu |   |  |  |  |
| АКТИНОИДЫ**                                                 | Th                            | Pa | U                             | Np              | Pu                            | Am              | Cm                            | Bk              | Cf   | Es | Fm | Md | No  | Lr |   |  |  |  |

1. Расположить в порядке возрастания электроотрицательность следующие элементы Be, O, C (бериллий, кислород, углерод)

- Находим их в Таблице Менделеева, видим, что это - элементы **одного периода**.

| ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА |                               |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|----|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------|----|----|----|-----|----|---|--|--|--|
| ПЕРИОДЫ                                                     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|                                                             | A                             | I  | II                            | III             | IV                            | V               | VI                            | VII             | VIII | VI | V  | IV | III | II | I |  |  |  |
| 1                                                           | (H)                           |    |                               |                 |                               |                 |                               |                 |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 2                                                           | Li                            | Be | B                             | C               | N                             | O               | F                             | Ne              |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 3                                                           | Na                            | Mg | Al                            | Si              | P                             | S               | Cl                            | Ar              |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 4                                                           | K                             | Ca | Sc                            | Ti              | V                             | Cr              | Mn                            | Fe              | Co   | Ni |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 5                                                           | Rb                            | Sr | Y                             | Zr              | Nb                            | Mo              | Tc                            | Ru              | Rh   | Pd |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 6                                                           | Cs                            | Ba | La*                           | Hf              | Ta                            | W               | Re                            | Os              | Ir   | Pt |    |    |     |    |   |  |  |  |
| 7                                                           | Fr                            | Ra | Ac**                          | Rf              | Db                            | Sg              | Bh                            | Hs              | Mt   |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
|                                                             | R <sub>2</sub> O              | RO | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | RO <sub>2</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | RO <sub>3</sub> | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | RO <sub>4</sub> |      |    |    |    |     |    |   |  |  |  |
| ЛАНТАНОИДЫ*                                                 | Ce                            | Pr | Nd                            | Pm              | Sm                            | Eu              | Gd                            | Tb              | Dy   | Ho | Er | Tm | Yb  | Lu |   |  |  |  |
| АКТИНОИДЫ**                                                 | Th                            | Pa | U                             | Np              | Pu                            | Am              | Cm                            | Bk              | Cf   | Es | Fm | Md | No  | Lr |   |  |  |  |

- По периоду **электроотрицательность увеличивается слева направо**, значит, последовательность будет такая:  
**Be, C, O**

2. Расположить в порядке возрастания электроотрицательность следующие элементы  
Te, S, Se (теллур, сера, селен)

- Снова обращаемся к ПС – это элементы одной группы.

| ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА |                                                                                                                                                               |                |                 |                |              |                |                |               |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----|----|-----|----|---|---|--|---|
| ПЕРИОДЫ                                                     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В                                                                                                                                 |                |                 |                |              |                |                |               |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
|                                                             | A                                                                                                                                                             | I              | II              | III            | IV           | V              | VI             | VII           | VIII            | VI             | V  | IV | III | II | I | A |  | B |
| 1                                                           | (H)                                                                                                                                                           |                |                 |                |              |                |                |               |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 2                                                           | Li<br>Литий                                                                                                                                                   | Be<br>Бериллий | B<br>Бор        | C<br>Углерод   | N<br>Азот    | O<br>Кислород  | F<br>Фтор      | Ne<br>Неон    |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 3                                                           | Na<br>Натрий                                                                                                                                                  | Mg<br>Магний   | Al<br>Алюминий  | Si<br>Кремний  | P<br>Фосфор  | S<br>Сера      | Cl<br>Хлор     | Ar<br>Аргон   |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 4                                                           | K<br>Калий                                                                                                                                                    | Ca<br>Кальций  | Sc<br>Скандий   | Ti<br>Титан    | V<br>Ванадий | Cr<br>Хром     | Mn<br>Марганец | Fe<br>Железо  | Co<br>Кобальт   | Ni<br>Никель   |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 5                                                           | Rb<br>Рубидий                                                                                                                                                 | Sr<br>Стронций | Y<br>Иттрий     | Zr<br>Цирконий | Nb<br>Ниобий | Mo<br>Молибден | Tc<br>Технеций | Ru<br>Рутений | Rh<br>Родий     | Pd<br>Палладий |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 6                                                           | Cs<br>Цезий                                                                                                                                                   | Ba<br>Барий    | La*<br>Лантан   | Hf<br>Гафний   | Ta<br>Тантал | W<br>Вольфрам  | Re<br>Рений    | Os<br>Осмий   | Ir<br>Иридий    | Pt<br>Платина  |    |    |     |    |   |   |  |   |
| 7                                                           | Fr<br>Франций                                                                                                                                                 | Ra<br>Радий    | Ac**<br>Актиний | Rf<br>Рифмий   | Db<br>Дубний | Sg<br>Сибиргий | Bh<br>Богитий  | Hs<br>Хасений | Mt<br>Мейтнерий |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
|                                                             | R <sub>2</sub> O RO R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> RO <sub>2</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> RO <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> RO <sub>4</sub> |                |                 |                |              |                |                |               |                 |                |    |    |     |    |   |   |  |   |
| ЛАНТАНОИДЫ**                                                | Ce                                                                                                                                                            | Pr             | Nd              | Pm             | Sm           | Eu             | Gd             | Tb            | Dy              | Ho             | Er | Tm | Yb  | Lu |   |   |  |   |
| АКТИНОИДЫ**                                                 | Th                                                                                                                                                            | Pa             | U               | Np             | Pu           | Am             | Cm             | Bk            | Cf              | Es             | Fm | Md | No  | Lr |   |   |  |   |

- В пределах группы **электроотрицательность увеличивается снизу вверх**.  
Правильный порядок – **Te, Se, S**

Попробуйте теперь самостоятельно - [перейти к упражнениям](https://learningapps.org/display?v=pu62pse7n20)  
<https://learningapps.org/display?v=pu62pse7n20>

#### 4. Характеристика элемента по положению в Таблице Менделеева

При выполнении задания мы будем характеризовать элементы по следующим параметрам

- заряд ядра **Z**
- относительная атомная масса **A**
- число нейтронов **N**
- число электронных слоёв в атоме
- число электронов на внешнем уровне

Разберём на примере и охарактеризуем атом элемента ванадия V

The image shows a standard periodic table of elements. The element Vanadium (V) is highlighted with a red background. It is located in the 4th period and the 5th group. The table includes element symbols, names in Russian, and atomic numbers. For example, Hydrogen (H) has atomic number 1, Helium (He) has 2, and so on, up to Oganesson (Og) with atomic number 118.

- **заряд ядра Z**

равен порядковому номеру, у ванадия - 23

- **относительная атомная масса A**

это нецелое число, которое указывается под символом элемента. У ванадия 50,942 мы округляем до целого 50,942»51

- **число нейтронов N**

$N = A - Z$ , следовательно,  $N = 51 - 23 = 28$

- **число электронных слоёв в атоме**

равно номеру периода (строки). Ванадий находится в четвёртом периоде, значит, у него 4 эл. слоя

- **число электронов на внешнем уровне**

равно номеру группы (столбца). Ванадий находится в 5 группе, значит, у него 5 электронов на внешнем уровне.

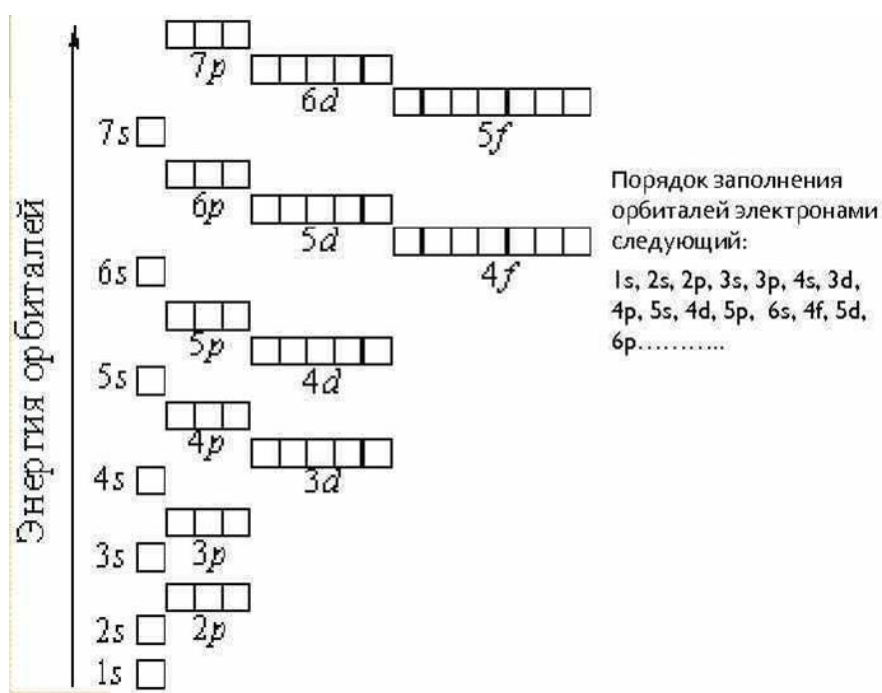
Попробуйте сделать то же для других атомов? [Перейти к упражнениям](https://learningapps.org/display?v=pnvb7vh2j20)  
<https://learningapps.org/display?v=pnvb7vh2j20>

## 5. Схема конфигураций электронных оболочек атомов

Вспомним **правила**, по которым заселяются электронные оболочки атомов:

1. **В первую очередь заселяются электроны с наименьшей энергией** (т.е. заполняем схему электронами всегда снизу вверх, а ещё – если мы видим подуровень, на котором несколько орбиталей (клеточек), то сначала рисуем в каждой по одному электрону и только потом дополняем их вторым электроном, если они ещё остались)
2. **На одной орбитали может находиться два электрона** (которые мы изображаем стрелочками)
3. **В атоме не может быть двух одинаковых электронов**, у них есть собственный момент вращения – спин (поэтому мы в одной клеточке не можем рисовать стрелки в одну сторону)
4. **Если d орбиталь заполнена почти полностью (9 электронов), то возникает «провал» электрона** – один электрон с s подуровня переходит на d подуровень и заполняет его до конца.

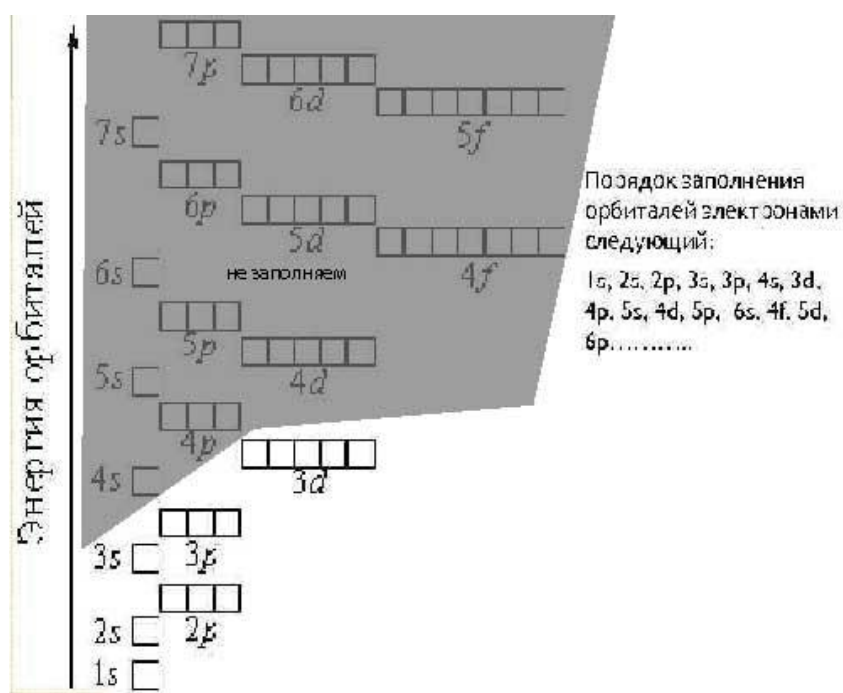
И **порядок заполнения орбиталей**



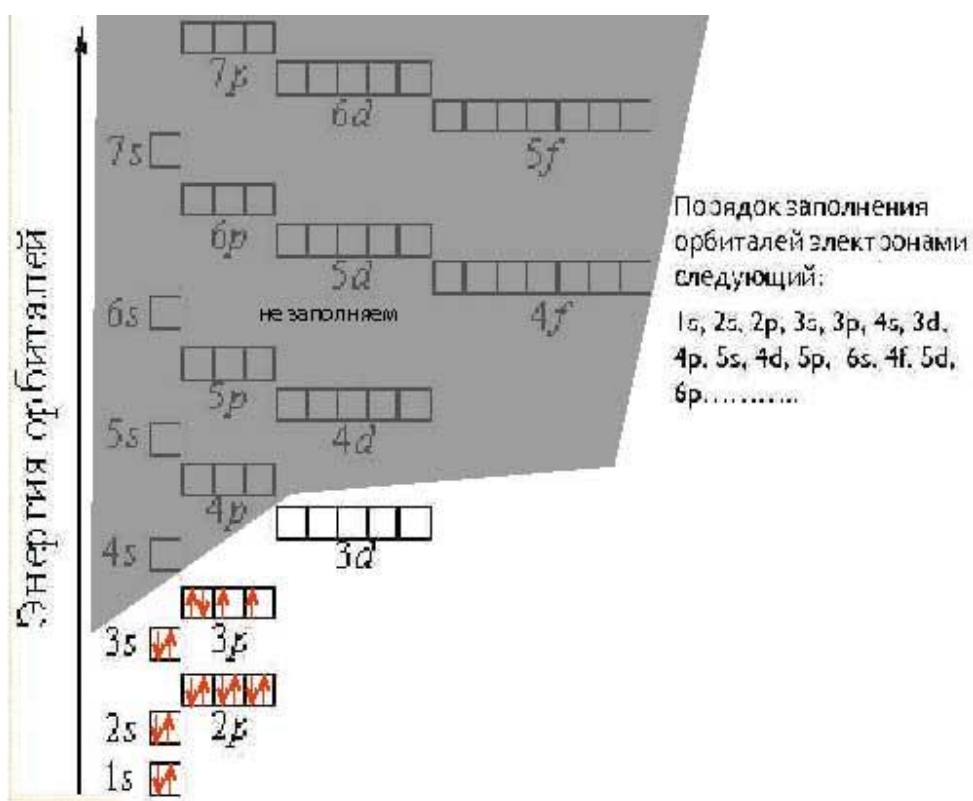
Попробуем нарисовать схему для какого-нибудь атома, например, атома **серы S**

Для начала выясним, сколько электронов нам расселять? **Число электронов равно порядковому номеру, у серы -16**

Теперь поймём, сколько электронных слоёв будет заполнено. **Сера находится в 3 периоде, значит, у неё 3 эл.слоя**



Теперь расселяем 16 электронов по этим слоям:



Обратите внимание на верхний уровень. Электроны сначала занимают каждую орбиталь по одному, и только потом подселается второй, при этом направление стрелок в «одиноких» электронах не важно.



Теперь мы можем записать электронную конфигурацию атома серы (индексы означают количество электронов на подуровне)



Суммарно на 3 уровне – внешнем уровне атома серы – находится 6 электронов. Проверяем – сера действительно находится в 6 группе.

Попробуйте самостоятельно нарисовать эл. конфигурацию для атомов кальция и фтора

## Вопросы для самопроверки:

1. От каких факторов зависит электроотрицательность того или иного элемента?
2. Существует ли связь между степенью электроотрицательности и количеством электронов на внешнем уровне? Если да, то почему?

# Лабораторная посуда и оборудование

[Презентация занятия](#)

## Конспект

Любая посуда - не только в лаборатории, но и на кухне - имеет своё назначение. Согласитесь, не едим же мы макароны из кружки или суп с помощью вилки - можно, конечно, но зачем, когда для этого есть более подходящие инструменты? Так и тут: лабораторная посуда имеет своё назначение и свойства. Некоторая посуда - вроде стаканов и колб - универсальна и может использоваться сразу для нескольких целей.



### 1. Посуда для проведения реакций

Для проведения реакций в небольших объёмах обычно используются **пробирки**, **пеницилинки** и **химические стаканы**. Пеницилинки удобнее пробирок тем, что им не требуется штатив, с другой стороны - пробирки легче мыть и удобнее нагревать.



Следует заметить, что стеклянные пробирки (их ещё называют мензурки) - не единственный вид пробирок. Бывают ещё **пробирки с крышкой** и **микропробирки (Эпандорфы)**



Для получения каких-либо веществ - синтезов - чаще используются **круглодонные колбы**. Круглое дно обеспечивает равномерное нагревание. Бывают также двух- и трёхгорлые.

## 2. Посуда для приготовления растворов

Растворы с точно известной концентрацией готовят в **мерных колбах**. Если концентрация важна лишь примерно - можно готовить раствор в **химическом стакане**:



### 3. Оборудование и посуда для нагревания

В зависимости от температуры, до которой нужно нагреть образец, нужно использовать разные способы. В лаборатории доступные первые два:

| Температура   | Устройство                                       | Посуда для нагревания                       |
|---------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| До 400°C      | Спиртовки, газовые горелки, электрические плитки | Термостойкое стекло (пометка TC), фарфор    |
| 400-1300 °C   | Муфельные печи                                   | Фарфор, кварцевое стекло                    |
| Свыше 1300 °C | Электрические печи, доменные печи                | Жаропрочная керамика, тугоплавкие материалы |

1) Нагреть образец на температуру, меньшую, чем температура плавления лабораторного стекла, можно на **спиртовке**.

При нагревании на спиртовке следует закрепить пробирку в верхней части с помощью держателя для пробирок, зажечь спиртовку и, прежде чем нагревать содержимое пробирки, нужно сначала прогреть всю пробирку! Тогда она не лопнет из-за перепада температур. Потом уже можно будет нагревать содержимое. <https://youtu.be/ur0zAE-BDrw>

Также нагревать посуду можно на **электрической плитке** или **газовой горелке**.



НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ  
ПЛИТКА

2) Нагреть до температуры выше плавления стекла можно с помощью **муфельной печи**



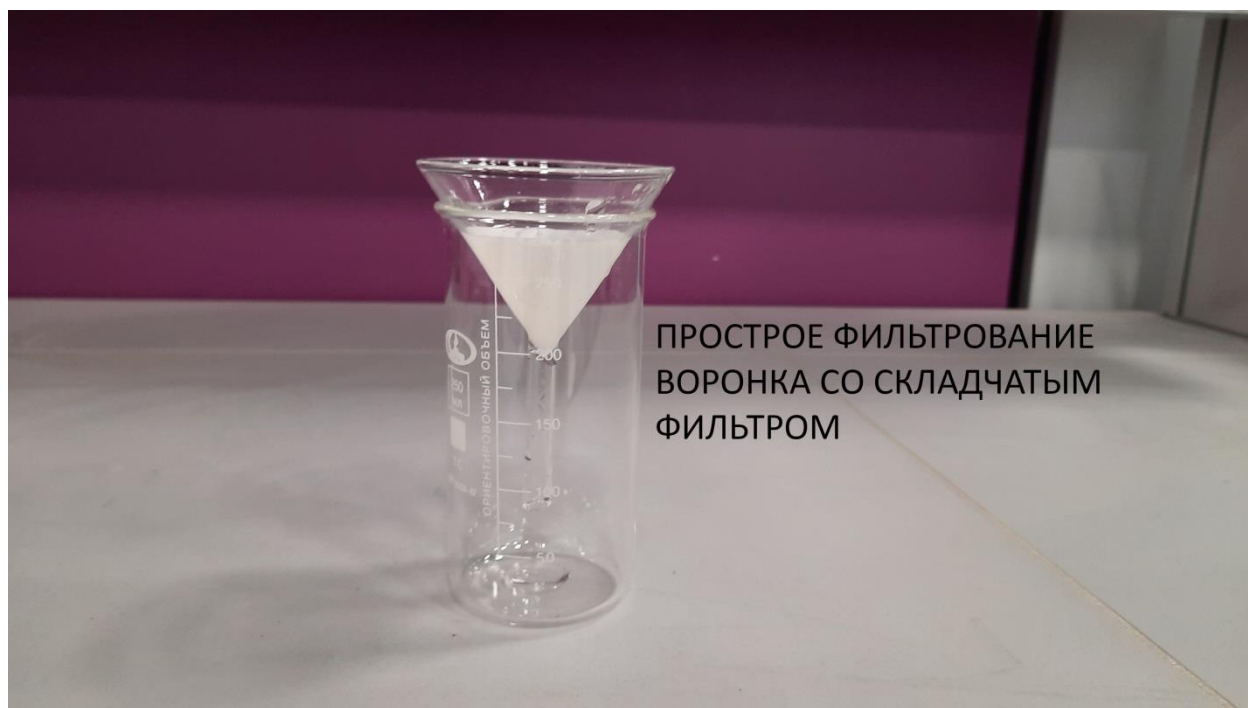
Для прокаливания вещество помещается в **фарфоровый тигель**, затем помещается в **муфельную печь**. После нагревания тигель достают **тигельными щипцами** и помещают остужаться до комнатной температуры в специальную емкость - **эксикатор**.

Если нужно, чтобы образец не поглощал при этом влагу, на дно эксикатора помещают **осушитель**.



#### 4. Установки для фильтрования

Для фильтрования (отделения жидкости от осадка) в лаборатории используют два метода - **простое фильтрование на бумажном складчатом фильтре**



и фильтрование при **пониженном давлении**. Фильтрование при пониженном давлении происходит быстрее, а создает его **водоструйный насос**, в котором течет ток воды. При фильтровании раствор с осадком переливают в **воронку Бюхнера**, а фильтрат засасывается в **колбу Бунзена**.



## 5. Мерная посуда (посуда и устройства для измерений)

Для отбора проб с точно измеренным объёмом используются **мерные пипетки**. Они бывают со шкалой, бывают рассчитанные на определённый объём (**пипетка Мора**, "пузатая"). Для измерения объёмов меньше миллилитра используются пипеточные **дозаторы** с одноразовыми наконечниками. Также необходимый объём жидкости можно отобрать с помощью **мерного цилиндра**

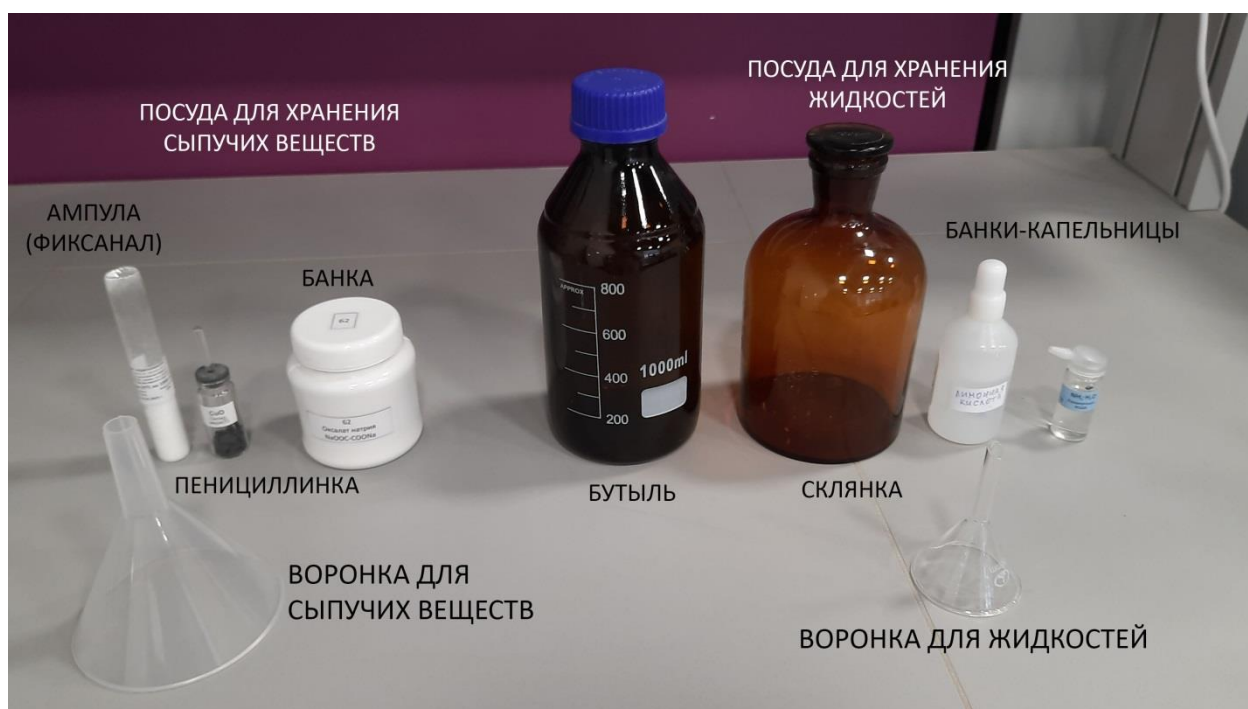


Для измерений также используются различные **электроды и датчики**. Классический химический метод количественного анализа - т.е. такого, который выясняет сколько вещества содержится в пробе - это **титрование**. Для него используются **бюретка** - это такая пипетка с краном или оливой внизу, чтобы прикапывать жидкость, **пипетки**, а также **конические колбы** (или колбы Эрленмейера), потому что колбы такой формы удобно держать тремя пальцами.



## 6. Посуда для хранения

Для хранения сыпучих и жидких реактивов используются похожие **склянки** и **бюксы**, но у них есть важное отличие - банки (и соответственно, воронки) для сыпучих веществ имеют более *широкое горло*, а для жидких наоборот - *узкое*. Флаконы для жидких реактивов часто снабжаются насадкой-капельницей.



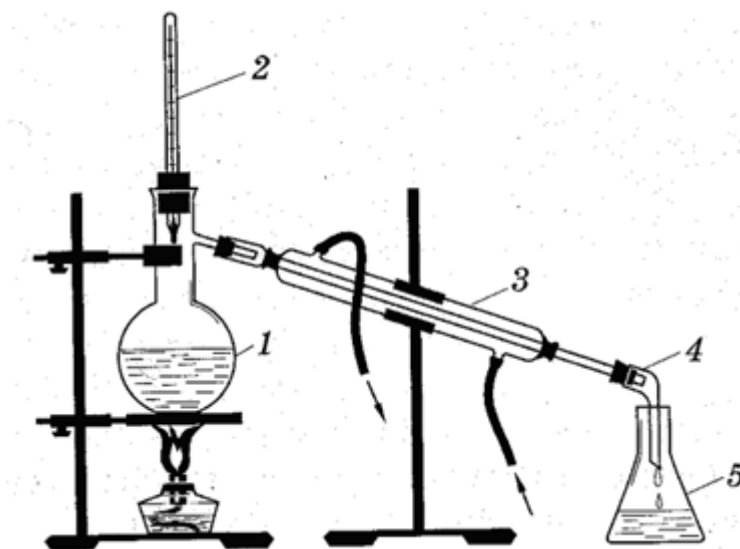
Небольшие количества сухих и жидких реактивов можно хранить в **пенициллинках** и в **ампулах** (последние особенно актуальны, когда вещество высокотоксично, летуче или распадается на воздухе, поглощает влагу из воздуха и т.д.)

## 7. Посуда для разделения смесей

В зависимости от агрегатного состояния компонентов смеси, используют разные методы. Если требуется разделить две жидкости, которые не смешиваются друг с другом (как вода и масло), то для разделения используют **делительную воронку**:



Для разделения двух жидкостей, которые смешиваются друг с другом, но имеют разные температуры кипения, используют **метод перегонки**



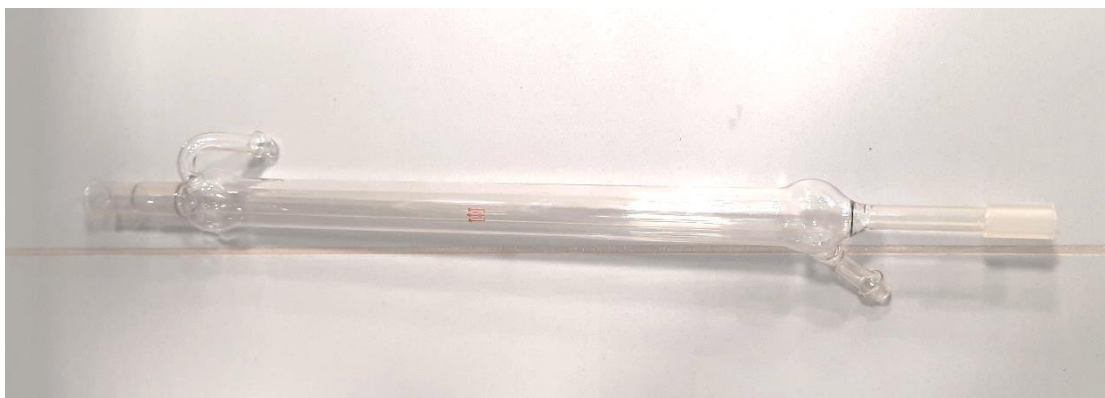
*1 - Колба Вюрца, 2 - термометр, 3 - прямой холодильник, 4 - алонж, 5 - колба-приёмник*

Все колбы или пробирки с отводом ("с носом") имеют окончание "Вюрца". Например, **пробирка Вюрца**, входящая в состав прибора для окисления спирта над медным катализатором:



**Холодильник** - это стеклянная трубка, которая окружена рубашкой. В эту рубашку заливается проточная вода, которая и охлаждает пары в трубке. Бывают прямой и

обратный, в зависимости от формы внутренней трубки, бывают **шариковые, змеевики** и т.д.



Если требуется разделить взвесь твердых или просто плотных веществ из жидкости (эритроциты из крови, белки из молока и т.д.) можно применить метод **центрифугирования**: <https://youtu.be/ur0zAE-BDrw>

Если требуется разделение какой-то многокомпонентной смеси (в жидкой или газообразной фазе) можно использовать **метод хроматографии**. Для этого **хроматографическая колонка** заполняется специальным сорбентом и через неё пропускают образец:



## 8. Взвешивание

Взвешиваем вещества мы на **весах** - в зависимости от точности они бывают нескольких видов: технические, прецизионные и аналитические:



обратите внимание, что эти весы имеют уровень и находятся на специальном столе, подавляющем любые вибрации. У особо точных весов есть ещё купол, чтобы показания весов не колебались от потока воздуха.

Взвешивать образцы можно в **стакане**, если масса весов позволяет, в остальных случаях мы используем **бумагу (пергамент)**, **часовое стекло** или **бюкс**:



## 9. Посуда для прибавления по каплям

Для прибавления реактивов по каплям часто используют пипетки Пастера и капельницы Шустера (когда точный объём не важен)

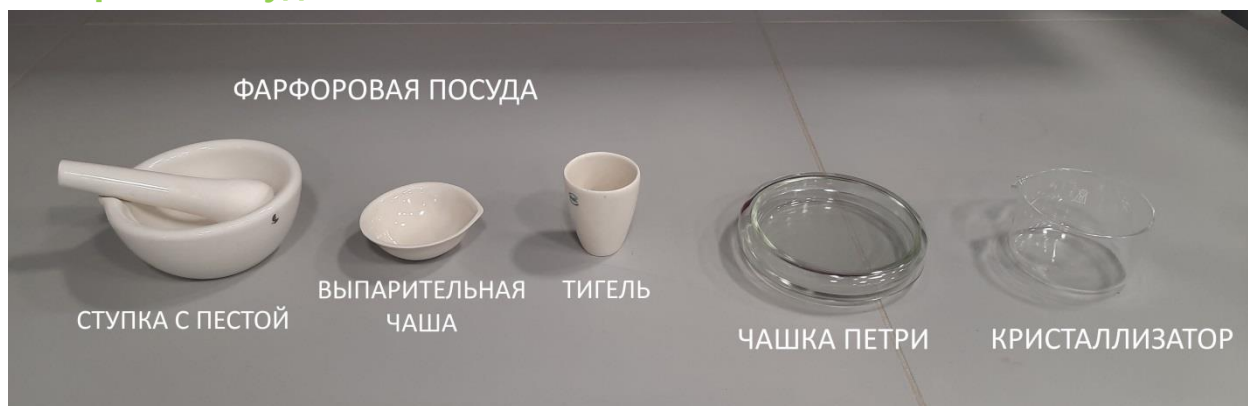


Для лёгкого и быстрого споласкивания посуды дистиллированной водой используются **пластиковые промывалки**.

Если в ходе синтеза требуется приливать жидкий реагент по каплям, то для этого обычно используют **капельную воронку**:



## 10. Прочая посуда



Используется для различных целей

**Фарфоровая ступка с пестом** - для тонкого измельчения твёрдых веществ

**Выпарительная чашка** - для выпаривания растворов (удаления растворителя)

**Фарфоровый тигель** - для прокаливания вещества (например, в муфельной печи)

**Чашка Петри** используется в микробиологии для создания питательных и стерильных сред. На ней также можно проводить капельные реакции.

**Кристаллизатор** - чаша, которую можно использовать для приготовления затравок кристаллов, а также как водяную баню для охлаждения или просто термостатирования.

## 11. Аппараты

Для некоторых целей используются специальные приборы. Для получения газов из твёрдых веществ в лаборатории иногда используют **аппарат Киппа**:



# "Строительные блоки" любого вещества. Химическая связь

[Презентация занятия](#)

## Конспект

### 1. Вспомним прошлое

Ранее мы с вами учились характеризовать элемент по положению его в Периодической системе: обращали внимание на порядковый номер, количество нейтронов и электронов, сравнивали радиусы и электроотрицательность соседних атомов, но мы так и не выяснили, что обозначают *цвета* элементов в Периодической системе:

| Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева |                               |                   |                 |                   |                               |                |                 |               |                               |                   |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|---|----|---|
| ПЕРИОДЫ                                                     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В |                   |                 |                   |                               |                |                 |               |                               |                   |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
|                                                             | A                             | I                 | В               | A                 | II                            | В              | A               | III           | В                             | A                 | IV              | В               | A                             | V                | В               | A | VI | В |
| 1                                                           | (H)                           |                   |                 |                   |                               |                |                 |               |                               |                   |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 2                                                           | Li<br>Литий                   | Be<br>Бериллий    | B<br>Бор        | C<br>Углерод      | N<br>Азот                     | O<br>Кислород  | F<br>Фтор       | Ne<br>Неон    |                               |                   |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 3                                                           | Na<br>Натрий                  | Mg<br>Магний      | Al<br>Алюминий  | Si<br>Кремний     | P<br>Фосфор                   | S<br>Сера      | Cl<br>Хлор      | Ar<br>Аргон   |                               |                   |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 4                                                           | K<br>Калий                    | Ca<br>Кальций     | Sc<br>Скандий   | Ti<br>Титан       | V<br>Ванадий                  | Cr<br>Хром     | Mn<br>Марганец  | Fe<br>Железо  | Co<br>Кобальт                 | Ni<br>Никель      |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 5                                                           | Rb<br>Рубидий                 | Sr<br>Стронций    | Y<br>Иттрий     | Zr<br>Цирконий    | Nb<br>Ниобий                  | Mo<br>Молибден | Tc<br>Технеций  | Ru<br>Рутений | Rh<br>Родий                   | Pd<br>Палладий    |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 6                                                           | Cs<br>Цезий                   | Ba<br>Барий       | La*<br>Лантан   | Hf<br>Гафний      | Ta<br>Тантал                  | W<br>Вольфрам  | Re<br>Рений     | Os<br>Осмий   | Ir<br>Иридий                  | Pt<br>Платина     |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
| 7                                                           | Fr<br>Франций                 | Ra<br>Радий       | Ac**<br>Актиний | Rf<br>Резерфордий | Db<br>Дубний                  | Sg<br>Сибгрий  | Bh<br>Борий     | Hs<br>Хассий  | Mt<br>Мейтнерий               | Ds<br>Дармштадтий |                 |                 |                               |                  |                 |   |    |   |
|                                                             | R <sub>2</sub> O              |                   | RO              |                   | R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                | RO <sub>2</sub> |               | R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                   | RO <sub>3</sub> |                 | R <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |                  | RO <sub>4</sub> |   |    |   |
| ЛАНТАНОИДЫ*                                                 | Ce<br>Церий                   | Pr<br>Прометий    | Nd<br>Неодим    | Pm<br>Прометий    | Sm<br>Самарий                 | Eu<br>Европий  | Gd<br>Гадолий   | Tb<br>Тербий  | Dy<br>Диспрозий               | Ho<br>Гольмий     | Er<br>Ербий     | Tm<br>Термий    | Yb<br>Иттербий                | Lu<br>Лютеций    |                 |   |    |   |
| АКТИНОИДЫ**                                                 | Th<br>Торий                   | Pa<br>Протактиний | U<br>Уран       | Np<br>Нептуний    | Pu<br>Плутоний                | Am<br>Америций | Cm<br>Кюрий     | Bk<br>Берклий | Cf<br>Калифорний              | Es<br>Эйнштейний  | Fm<br>Фермий    | Md<br>Менделеев | No<br>Нобелий                 | Lr<br>Лоуренсвий |                 |   |    |   |

Так вот, настало время выяснить, что они означают.

### 2. Природа атома: металлы и неметаллы

Для начала отметим, что все химические вещества делят на простые и сложные.

**Простые вещества** - это вещества, которые состоят из атомов только одного химического элемента. Например, Na, I<sub>2</sub> и т.д.

**Сложные вещества** - это вещества, которые состоят из атомов нескольких элементов. Например, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и т.д.

По свойствам простых веществ судят о характерных свойствах атома - его природе. Таким образом, все элементы можно условно разделить на те, у которых простые вещества являются **металлами**, и те, у которых простые вещества являются **неметаллами**.

Совершенно очевидно, какие простые вещества являются **металлами** - это железо (гвозди), медь (медная проволока), золото, серебро и т.д. Они все блестящие, ковкие, проводят электрический ток. Но что делать с другими веществами, вроде кислорода или азота в воздухе, угля? Они тоже обладают некими общими свойствами, но отличными от свойств металлов. Не долго думая, химики назвали их **Неметаллами** :)

В Периодической системе на данном рисунке все элементы-металлы обозначены зелёным цветом, элементы-неметаллы - жёлтым. Элементы, обозначенные желто-зелёным и розовым являются амфотерными, т.е. проявляют свойства и металлов, и неметаллов в равной степени. Обратите внимание, все они находятся на условной диагонали бериллий - астат

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

| ПЕРИОДЫ     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |       |      |     |      |       |      |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|-----|------|-------|------|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
|             | A I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | II A | III A | IV A | V A | VI A | VII A | VIII | B  |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 1           | (H)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |       |      |     |      |       |      |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 2           | Li                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Be   | B     | C    | N   | O    | F     | Ne   |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 3           | Na                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mg   | Al    | Si   | P   | S    | Cl    | Ar   |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 4           | K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ca   | Sc    | Ti   | V   | Cr   | Mn    | Fe   | Co | Ni |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 5           | Rb                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Sr   | Y     | Zr   | Nb  | Mo   | Tc    | Ru   | Rh | Pd |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 6           | Cs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ba   | La*   | Hf   | Ta  | W    | Re    | Os   | Ir | Pt |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 7           | Fr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ra   | Ac**  | Rf   | Db  | Sg   | Bh    | Hs   | Mt | Ds |    |    |    |    |    |  |  |  |
|             | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>R<sub>2</sub>O</span> <span>RO</span> <span>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></span> <span>RH<sub>4</sub></span> <span>RH<sub>3</sub></span> <span>RH<sub>2</sub></span> <span>RH</span> <span>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></span> <span>RO<sub>4</sub></span> </div> |      |       |      |     |      |       |      |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| ЛАНТАНОИДЫ* | La                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ce   | Pr    | Nd   | Pm  | Sm   | Eu    | Gd   | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |  |  |  |
| АКТИНОИДЫ** | Th                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Pa   | U     | Np   | Pu  | Am   | Cm    | Bk   | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |    |  |  |  |

По сравнению металлических-неметаллических свойств мы можем руководствоваться тем же принципом, что и ранее: чем ближе к фтору, тем...

- больше электроотрицательность
- меньше радиус
- сильнее неметаллические свойства

Не зря я упомянула, что различия между металлическими и неметаллическими свойствами **условны** - они плавно изменяются от металлов к неметаллам, и

получается, что большинство элементов (особенно те, что возле диагонали) обладают и теми, и теми свойствами, но в разной степени.



Например, элемент иод образует простое вещество-неметалл. Но - оно обладает металлическим блеском.

### 3. Различие свойств металлов и неметаллов

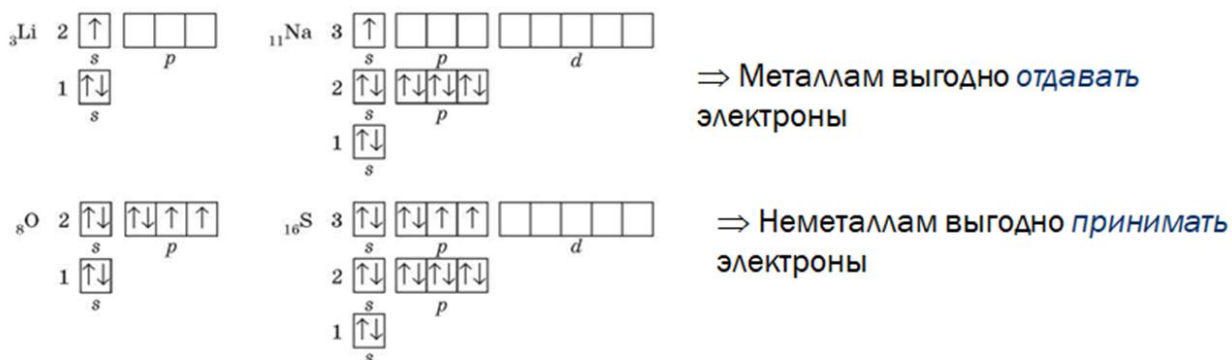
Сравним свойства простых веществ-металлов и простых-веществ неметаллов, а также самих атомов:

#### СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

| Свойство                                | Металлы                  | Неметаллы                                       |
|-----------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
| Агрегатное состояние                    | Твердое и жидкое (ртуть) | Твёрдое, жидкое и газообразное                  |
| Количество электронов на внешнем уровне | Мало (от 1 до 3)         | Много (от 4 до 7)                               |
| Электроотрицательность                  | Низкая                   | Высокая                                         |
| Размер атома                            | Большой                  | Маленький                                       |
| Теплопроводность                        | Высокая                  | Низкая                                          |
| Электропроводность                      | Высокая                  | Не электропроводны (исключение: графит, графен) |
| Ковкость                                | Высокая                  | Не куется                                       |

Как мы видим, элементы различаются не только по свойствам простых веществ, но и по характеристикам атома. Сравним их электронные конфигурации

На внешних оболочках атома лития и натрия находится всего один электрон, а у атомов серы и кислорода - по шесть. Напомню, что **количество электронов на внешнем уровне равно номеру группы.**



Почему элементы хотят образовывать химические связи с другими веществами? Потому что все они хотят сделать так, чтобы у них был заполнен весь внешний электронный слой. Для элементов 2 периода до углерода это означает, что должен остаться только  $1s^2$  уровень. Для остальных s- и p-элементов это  $ns^2np^6$  (n-это любое целое число). Для простоты можно считать, что все элементы хотят себе полностью заполненную восьмиелектронную электронную оболочку.

И обратите внимание - у нас уже есть 8 группа элементов, выделенная в таблице сиреневым цветом. Они уже сразу, заранее имеют завершённую оболочку, поэтому эти элементы являются неметаллами, но они химически инертны, т.е. не образуют химических связей. Поэтому их называют благородными газами и в таблице иногда обозначают другим цветом.

Но нас интересуют другие элементы. Таким образом, чтобы завершить восьмиелектронную оболочку, атомы металла отдают электроны, а атомы неметаллов их принимают.

## 4. Ионы

Когда атом отдаёт или принимает электрон - отрицательный заряд - это не проходит для него даром, он становится заряженной частицей.

**Ион** – заряженная частица (атом или группа атомов)

**Катион** – положительно заряженный ион (недостаток электронов, +)

**Анион** – отрицательно заряженный ион (избыток электронов, -)

Например,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$

Заряды ионов принято обозначать в верхнем индексе справа, обозначая величину заряда, а затем знак

Различные типы ионов можно найти в таблице растворимости:

Названия анионов, а также элементов первых двух групп и первых двух периодов **НАДО ВЫУЧИТЬ НАИЗУСТЬ!**

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ И СРЕДА РАСТВОРОВ

| <div>катионы \ анионы</div>      |           | H <sup>+</sup>    | K <sup>+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Cr <sup>3+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | Cu <sup>2+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Ag |
|----------------------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
|                                  |           | сильные основания |                |                  |                  |                 | слабые основания             |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |    |
| ОН <sup>−</sup>                  | гидроксид |                   | Р              | Р                | М                | Р               | Р                            | М                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | М                | Н                | —                | —  |
| NO <sub>3</sub> <sup>−</sup>     | нитрат    | Р                 | Р              | Р                | Р                | Р               | Р                            | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2−</sup>    | сульфат   | Р                 | Р              | Н                | М                | Р               | Р                            | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | Р                | М  |
| I <sup>−</sup>                   | иодид     | Р                 | Р              | Р                | Р                | Р               | Р                            | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | —                | Р                | Р                | М                | —                | Н                | Н  |
| Br <sup>−</sup>                  | бромид    | Р                 | Р              | Р                | Р                | Р               | Р                            | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | М                | Н  |
| Cl <sup>−</sup>                  | хлорид    | Р                 | Р              | Р                | Р                | Р               | Р                            | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | Р                | Н  |
| SO <sub>3</sub> <sup>2−</sup>    | сульфит   | Р                 | Р              | М                | М                | Р               | Р                            | М                | —                | Н                | М                | —                | М                | —                | Н                | Н                | Н                | —                | —                | М  |
| PO <sub>4</sub> <sup>3−</sup>    | фосфат    | Р                 | Р              | Н                | Н                | Р               | —                            | М                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н  |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>−</sup> | ацетат    | Р                 | Р              | Р                | Р                | Р               | Р                            | Р                | М                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р  |
| CO <sub>3</sub> <sup>2−</sup>    | карбонат  | Р                 | Р              | Н                | Н                | Р               | Р                            | М                | —                | Н                | Н                | —                | Н                | —                | Н                | Н                | Н                | —                | —                | М  |
| S <sup>2−</sup>                  | сульфид   | Р                 | Р              | —                | Р                | Р               | Р                            | —                | —                | Н                | Н                | —                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н  |
| SiO <sub>3</sub> <sup>2−</sup>   | силикат   | Н                 | Р              | Н                | Н                | Р               | —                            | Н                | —                | —                | Н                | —                | Н                | —                | —                | —                | Н                | —                | —                | —  |

Р — растворимые (больше 1 г вещества в 100 г воды)  
 М — малорастворимые (от 0,001 г до 1 г вещества в 100 г воды)  
 Н — нерастворимые (меньше 0,001 г вещества в 100 г воды)  
 — — черточка означает, что вещество разлагается водой или не существует

— щелочная

— кислая

— нейтральная

## 5. Химическая связь

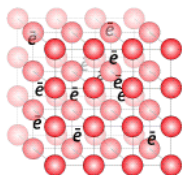
За счёт обмена электронами формируются химические связи - силы, которые удерживают между собой атомы в молекуле. Они различаются по степени смещения электрона к одному из атомов:



## ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

### МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ

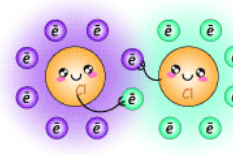
образована атомами **металлов**



- В узлах металлической решетки-катионы металлов
- Во всем объеме кристалла беспорядочно движутся электроны, образуя электронное облако
- Связь образована за счёт электростатического взаимодействия между катионами решетки и электронным облаком
- Обуславливает свойства металлов: блеск, твердость, электропроводность и т.д.

### КОВАЛЕНТНАЯ НЕПОЛЯРНАЯ

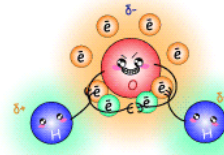
образована атомами **одного и того же неметалла**



- связь образуется за счёт общих электронных пар
- электронная плотность распределена равномерно между ядрами, молекула неполярна
- реализуется в простых веществах
- в кристаллах образует молекулярную, иногда атомную кристаллическую решетку

### КОВАЛЕНТНАЯ ПОЛЯРНАЯ

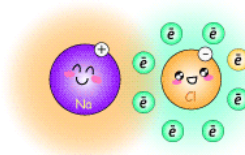
образована атомами **неметаллов** с разной электроотрицательностью



- связь образуется за счёт общих электронных пар
- электронная плотность смещена к более электроотрицательному элементу, на нем образуется частичный отрицательный заряд (δ-)
- молекула образует **диполь**, является полярной
- вещества с ковалентной полярной связью имеют молекулярную решетку

### ИОННАЯ

образована **металлом и неметаллом**



- электроположительный элемент (металл) передает валентные электроны электроотрицательному элементу (неметаллу)
- после передачи электронов металл становится катионом, а неметалл-анионом
- связь образуется за счёт электростатического взаимодействия ионов
- образует ионную решетку
- ионная связь реализуется в **солях**

В зависимости от типов атомов в химической связи, мы можем классифицировать их так:



Это тоже надо выучить наизусть :). Связь между двумя атомами разных металлов тоже металлическая - такие вещества являются **сплавами**

## 6. Типы кристаллических решёток

Когда мы определили тип химической связи, мы можем понять, из каких "кирпичиков" состоит вещество. Следовательно, можем узнать, какая у него кристаллическая решётка.

**Кристаллическая решётка** - это группа атомов, расположенная определённым образом в пространстве. Если много раз повторить её во все стороны пространства, то мы получим целое вещество.

По типу "кирпичиков" кристаллические решётки бывают:

1. в узлах **атомы металла** - **металлическая решётка**
2. в узлах **атомы неметалла** - **атомная решётка**
3. в узлах **молекулы** - **молекулярная решётка**
4. в узлах **ионы** - **ионная решётка**

## Вопросы для самопроверки:

1. В чём разница между полным зарядом (плюсом или минусом, который мы пишем в правом верхнем углу) и частичным зарядом, который обозначается  $\delta+(-)$ ?
2. Можно ли считать металлическую кристаллическую решетку разновидностью атомной кристаллической решетки? Обоснуйте свой ответ
3. В чём разница между строением ковалентной полярной и ковалентной неполярной связей?

## Учимся писать формулы и называть вещества

[Презентация занятия](#)

### Конспект

При написании формулы вещества мы опираемся в первую очередь на то, из чего оно состоит, к какому классу оно относится. Для разных классов соединений есть разные правила написания формул.

#### 1. Простые вещества

Я напомним, что простые вещества – это вещества, которые состоят из атомов только одного химического элемента. Правильное написание формулы зависит от того, какую кристаллическую решётку имеет вещество.

| Период                      | Группа        |    |     |    |                |                |                 |      |
|-----------------------------|---------------|----|-----|----|----------------|----------------|-----------------|------|
|                             | I             | II | III | IV | V              | VI             | VII             | VIII |
| I                           |               |    |     |    |                |                | H <sub>2</sub>  | He   |
| II                          | Li            | Be | B   | C  | N <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | F <sub>2</sub>  | Ne   |
| III                         | Na            | Mg | Al  | Si | P <sub>4</sub> | S <sub>8</sub> | Cl <sub>2</sub> | Ar   |
| IV                          | K             | Ca | Ga  | Ge | As             | Se             | Br <sub>2</sub> | Kr   |
| V                           | Rb            | Sr | In  | Sn | Sb             | Te             | I <sub>2</sub>  | Xe   |
| Тип кристаллической решетки | Металлическая |    |     |    | Атомная        |                | Молекулярная    |      |

Рисунок 1. Кристаллические решётки простых веществ

В узлах **металлической и атомной кристаллических решёток** находятся **атомы**, следовательно, они имеют **либо металлическую, либо атомную решётку**. Поэтому формула простого вещества пишется так же, как и символ химического элемента без индексов, например:

- Fe – железо
- Na – натрий
- Mg – магний
- C – углерод
- Si – кремний.

Но большинство неметаллов имеет **молекулярную решётку** – т.е. находится в виде молекул. По агрегатному состоянию они представляют собой газы (N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, He, Ar, Ne, Kr, Xe), жидкость (Br<sub>2</sub>) и твёрдые вещества (I<sub>2</sub>, S, P)

**Индекс в правом нижнем углу показывает, сколько атомов входит в одну молекулу.** Как правило, входят две, исключения:

- благородные газы из 8 группы. У них завершённая электронная оболочка, поэтому им не нужно обмениваться электронами и образовывать химические связи, чтобы её дополнить. Поэтому молекулы благородных газов одноатомные и пишутся как символы соответствующих химических элементов.
- сера и фосфор. Некоторые их модификации содержат молекулы с бесконечным числом атомов (очень-очень длинные цепочки). Их молекулы можно было бы написать как  $P_\infty$  или  $S_\infty$  но принято писать просто P или S.
- аллотропные модификации. Это такое явление, когда у одного и того же химического элемента может быть несколько модификаций. Самый яркий пример – аллотропные модификации углерода:

C – уголь, сажа, графит, алмаз, графен, нанотрубки, фуллерены

или у кислорода есть две аллотропные модификации –  $O_2$  (кислород) который в воздухе, которым мы дышим и  $O_3$  (озон) – газ, который находится в верхних слоях атмосферы и защищает Землю от жёсткого ультрафиолетового излучения.

У серы и фосфора тоже есть такие модификации. Ромбическая сера ( $S_8$ ), моноклинная ( $S_8$ ) и пластическая сера ( $S_{\text{бесконечность}}$ ). Индекс показывает количество атомов в молекуле – у ромбической и моноклинной в одной молекуле только 8 атомов. Если не указана модификация, правильнее писать просто S

Фосфор есть сразу трёх видов: красный фосфор ( $P_{\text{бесконечность}}$ ), белый фосфор ( $P_4$ ) и чёрный фосфор (P). Опять-таки, если не указано, про какую модификацию идёт речь, следует писать просто P.

**Называются простые вещества так же, как и соответствующие им химические элементы** (за исключением аллотропных модификаций, их названия приведены выше)

## 2. Названия бинарных веществ

Иначе говоря, веществ, состоящих только из двух атомов. Тут нам следует вспомнить понятие электроотрицательности.

**Электроотрицательность** – это способность атомов смещать на себя электронную плотность, т.е. забирать себе электроны.

Более электроотрицательный элемент будет забирать себе электроны, менее электроотрицательный – отдавать их.

РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ПОЛИНГУ

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cs   | K    | Ba   | Na   | Sr   | Li   | Ca   | Mg   | Mn   | Be   | Al   | Zn   | Cr   | Fe   | Co   | Si   | Cu   | Ni   | Ag   | Sn   | Hg   | B    | As   | P    | H    | C    | Se   | S    | I    | Br   | N    | Cl   | O    | F    |
| 0,79 | 0,82 | 0,89 | 0,93 | 0,95 | 0,98 | 1,00 | 1,31 | 1,55 | 1,57 | 1,61 | 1,65 | 1,66 | 1,83 | 1,88 | 1,90 | 1,90 | 1,91 | 1,93 | 1,96 | 2,00 | 2,04 | 2,18 | 2,19 | 2,20 | 2,55 | 2,55 | 2,58 | 2,66 | 2,96 | 3,04 | 3,16 | 3,44 | 3,98 |

Рисунок 2. Ряд электроотрицательности

В формуле мы **пишем первым элемент, который отдал электроны** – он будет иметь положительный заряд, **вторым мы пишем более электроотрицательный элемент** – он будет определять класс, т.е. будет давать «фамилию» нашему соединению. Т.е. элементы в формуле бинарного соединения мы записываем в том же порядке, что и в этом ряду электроотрицательности.

После этого нужно **проставить заряды**

- **+ первый элемент, который отдаёт электроны.** Теоретически, элемент может отдать все электроны с внешней электронной оболочки (кроме фтора и кислорода, как самые электроотрицательные элементы). Но происходит это не всегда, некоторые элементы проявляют переменные степени окисления. Поэтому если степень окисления (т.е. количество переданных электронов) переменная, то степень окисления указывается в конце названия римскими цифрами в скобках. Если не указано ничего считаем заряд равным номеру группы.
- **- второй элемент, который принимает электроны.** Все элементы хотят иметь 8 электронов на внешней оболочке, уже есть у них количество электронов, равное номеру группы N. Таким образом, заряд второго элемента равен  $N(\text{номер группы}) - 8$ .

После указания зарядов, следует **уравнять заряды**, чтобы молекула стала электронейтральной. В названии указывается сначала «фамилия» т.е. название второго элемента с суффиксом ИД. Затем «имя» - название элемента в родительном падеже.

| Формула<br>( $X^{n+}$ - какой-то элемент) | Название<br>второго<br>элемента на<br>латыни | Название<br>класса |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|
| $X^{n+}H_n^-$                             | hydrogen                                     | Гидрид             |
| $X^{n+}F_n^-$                             | fluorum                                      | Фторид             |
| $X^{n+}Cl_n^-$                            | chlorum                                      | Хлорид             |
| $X^{n+}I_n^-$                             | iodum                                        | Иодид              |
| $X_2^{n+}O_n^{2-}$                        | oxygenium                                    | Оксид              |
| $X_2^{n+}S_n^{2-}$                        | sulfur                                       | Сульфид            |
| $X_3^{n+}N_n^{3-}$                        | nitrogenium                                  | Нитрид             |
| $X_3^{n+}P_n^{3-}$                        | phosphorus                                   | Фосфид             |
| $X_3^{n+}As_n^{3-}$                       | arsenicum                                    | Арсенид            |

Рисунок 3. Названия «Фамилий» - классов бинарных соединений

**Разберём несколько примеров.**

- **Оксид железа (III)**

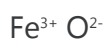
Находим элементы железо (Fe) и кислород (O) в ряду: кислород более электроотрицательный, значит, он будет давать класс соединения (оксид), и формула будет писаться так:



теперь расставим заряды:

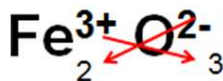
в конце в скобках указано число (III), значит, 3 – это заряд железа

кислород находится в 6 группе в Таблице Менделеева, значит, число электронов (и заряд), которое он принимает, равно  $8 - 6 = 2$



Первый элемент всегда положительный, второй – отрицательным знаком

Теперь надо сделать так, чтобы количество положительных зарядов равнялось количеству отрицательных. Если они равны сразу – никакие коэффициенты не нужны, если не равны – ставим индексы крест-накрест:



Получается, что в молекулу входят два атома железа и три атома кислорода



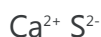
### **Ещё пример - написать формулу соединения кальция и серы.**

Смотрим на ряд электроотрицательности: сера (S) более электроотрицательна, чем кальций (Ca).



Теперь заряды. Про заряд кальция нам ничего не сказано, поэтому считаем его заряд равным номеру группы – 2+ (вообще у кальция это постоянная степень окисления)

Сера, как и кислород, находится в 6 группе Таблицы Менделеева, следовательно, её заряд =  $8 - 6 = 2$ .



Заряды у этих элементов равны, следовательно, индексы ставить не нужно. (Если мы поставим их крест-накрест, то получится  $\text{Ca}_2\text{S}_2$ , а двойки можно сократить)

Поэтому получаем формулу  $\text{CaS}$ . Как это назвать? Сначала мы пишем «фамилию» - название класса сульфид – потом название элемента в родительном падеже – кальция. Получаем **сульфид кальция**.

### 3. Названия сложных веществ

Вместо катиона или аниона может быть не только один элемент, но и группа атомов сразу. Найти такие частицы и их названия можно в таблице растворимости:

| РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ И СРЕДА РАСТВОРОВ |           |                   |              |                  |                  |               |                 |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |               |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|--------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| анионы \ катионы                                                |           | $\text{H}^+$      | $\text{K}^+$ | $\text{Ba}^{2+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Na}^+$ | $\text{NH}_4^+$ | $\text{Mg}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Mn}^{2+}$ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Cr}^{3+}$ | $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Co}^{2+}$ | $\text{Ni}^{2+}$ | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Hg}^{2+}$ | $\text{Ag}^+$ |
|                                                                 |           | сильные основания |              |                  |                  |               |                 |                  | слабые основания |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |               |
| $\text{OH}^-$                                                   | гидроксид | Р                 | Р            | Р                | М                | Р             | Р               | М                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | М                | Н                | —                | —             |
| $\text{NO}_3^-$                                                 | нитрат    | Р                 | Р            | Р                | Р                | Р             | Р               | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р             |
| $\text{SO}_4^{2-}$                                              | сульфат   | Р                 | Р            | Н                | М                | Р             | Р               | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | Р                | М             |
| $\text{I}^-$                                                    | иодид     | Р                 | Р            | Р                | Р                | Р             | Р               | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | —                | Р                | Р                | М                | —                | Н                | Н             |
| $\text{Br}^-$                                                   | бромид    | Р                 | Р            | Р                | Р                | Р             | Р               | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | М                | Н             |
| $\text{Cl}^-$                                                   | хлорид    | Р                 | Р            | Р                | Р                | Р             | Р               | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | М                | Р                | Р                | Н             |
| $\text{SO}_3^{2-}$                                              | сульфит   | Р                 | Р            | М                | М                | Р             | Р               | М                | —                | Н                | М                | —                | М                | —                | Н                | Н                | Н                | —                | —                | М             |
| $\text{PO}_4^{3-}$                                              | фосфат    | Р                 | Р            | Н                | Н                | Р             | —               | М                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н             |
| $\text{CH}_3\text{COO}^-$                                       | ацетат    | Р                 | Р            | Р                | Р                | Р             | Р               | М                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р                | Р             |
| $\text{CO}_3^{2-}$                                              | карбонат  | Р                 | Р            | Н                | Н                | Р             | Р               | М                | —                | Н                | Н                | —                | Н                | —                | Н                | Н                | Н                | —                | —                | М             |
| $\text{S}^{2-}$                                                 | сульфид   | Р                 | Р            | —                | Р                | Р             | —               | —                | Н                | Н                | —                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н                | Н             |
| $\text{SiO}_3^{2-}$                                             | силикат   | Н                 | Р            | Н                | Н                | Р             | —               | Н                | —                | —                | Н                | —                | Н                | —                | —                | —                | Н                | —                | —                | —             |

Р – растворимые (больше 1 г вещества в 100 г воды)  
 М – малорастворимые (от 0,001 г до 1 г вещества в 100 г воды)  
 Н – нерастворимые (меньше 0,001 г вещества в 100 г воды)  
 — — черточка означает, что вещество разлагается водой или не существует  
 Р! — вещество разлагается с выделением газа

— щелочная      — кислая      — нейтральная

Рисунок Таблица растворимости

Обратите внимание, что **индекс в правом нижнем углу относится к последнему атому** и показывает его количество в молекуле (например,  $\text{PO}_4^{3-}$  - 4 атома кислорода), а **верхний индекс со знаком – это заряд, и он относится ко всей частице** (например,  $\text{PO}_4^{3-}$  - 3- это заряд)

Из катионов есть только одна сложная частица –  $\text{NH}_4^+$  и она называется *ион аммония*.

Формула пишется по такому же принципу: на первом месте катион, на втором – анион, в названии наоборот – сначала название аниона, потом название катиона в родительном падеже.

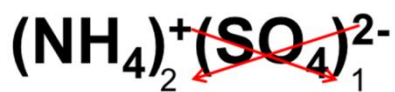
#### Рассмотрим примеры

- Написать формулу **сульфата аммония**

Находим частицы аммоний и сульфат в таблице растворимости:



Заряды не равны, поэтому нужно проставить их крест-накрест, как мы это делали ранее (важно помнить, что заряд относится ко всей частице, а не только к одному атому. Чтобы показать это, заключим частицы в скобки)



Мы видим, что в молекулу входят две частицы аммония и одна – сульфата. Единицу мы не пишем и получается формула:

**$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – сульфат аммония** (читается «эн аш четыре дважды эс о четыре»)

Можно потренироваться, выполнив следующие упражнения:

#### 4. Упражнения

1. Соотнести простое вещество и тип кристаллической решётки, которое оно имеет: <https://learningapps.org/display?v=pxhd51xda20>
2. Назвать вещества: <https://learningapps.org/display?v=pjygzhoen20>
3. Написать формулу вещества по его названию  
<https://learningapps.org/display?v=pw0exdnzj20>

### Вопросы для самопроверки:

1. Чем простые вещества отличаются от химических элементов?
2. По какому принципу определяется, какой элемент или какая частица приобретает положительный заряд и пишется первой?
3. Для чего нужно уравнивать заряды в молекуле?
4. Почему после одних названий пишется степень окисления первого элемента, а после других – нет?

# Молекулярная масса и количество вещества

[Презентация занятия](#)

## Конспект

### 1. Понятия

**Атомная масса** (относительная атомная масса,  $A_r$ ) – это масса атома, отнесённая к  $1/12$  атомной массы невозбуждённого углерода  $^{12}\text{C}$

- Численно выражается в атомных единицах массы (а.е.м.), находим мы её в Таблице Менделеева. Может выражаться и в привычных нам кг, г и т.д.
- Некруглое число из-за изотопов
- Обозначается  $A_r$  –  $A$  – атом,  $r$  – от английского слова relative – относительный.

**Молекулярная масса** (относительная молекулярная масса,  $M_r$ ) – масса молекулы, которая получается, если сложить относительные атомные массы всех элементов с учётом количества каждого из них. Выражается в тех же единицах, что и относительная атомная масса

**Молярная масса ( $M$ )** – это масса одного моля. Численно равна молекулярной массе и выражается в единицах г/моль.

**Моль** (обозначается  $n$  или  $\nu$ ) – это порция вещества, в которой содержится число молекул, равное числу Авогадро

$$N_A = 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx 6,022 \cdot 10^{23}$$

Число Авогадро.

### 2. Расчёт молекулярной массы

**Пример.** Рассчитать молекулярную массу горькой соли – сульфата магния.

*Решение.* Формула сульфата магния  $\text{MgSO}_4$ . Молекулярная масса сульфата магния

$$M_r(\text{MgSO}_4) = A_r(\text{Mg}) + A_r(\text{S}) + A_r(\text{O}) \cdot 4$$

По Таблице Менделеева находим, что атомная масса

- магния  $A_r(\text{Mg}) = 24.305 \text{ г/моль} \approx 24 \text{ г/моль}$
- серы  $A_r(\text{S}) = 32.066 \text{ г/моль} \approx 32 \text{ г/моль}$
- кислорода  $A_r(\text{O}) = 15.9994 \text{ г/моль} \approx 16 \text{ г/моль}$

Теперь подставляем эти значения в формулу, получится молекулярная масса сульфата магния:

$$M_r(\text{MgSO}_4) = 24 + 32 + 16 \cdot 4 = 120 \text{ г/моль}$$

*Ответ:* 120 г/моль

№1. Рассчитать молекулярную массу борной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$

№2. Рассчитать молекулярную массу гидроксида алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$

№3. Рассчитать молекулярную массу хлорида бария  $\text{BaCl}_2$

№4. Рассчитать молекулярную массу сахарозы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{11}$

№5. Рассчитать молекулярную массу нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

### 3. Расчёт количества вещества

#### 3. Расчёт количества вещества для жидких и твёрдых веществ

Когда нам нужно знать, какую массу навески взять, или какой объём жидкости, необходимо знать количество вещества. Количество вещества показывает, сколько «штук» или порций молекул мы берём. Для расчётов, связанных с количеством вещества, надо использовать формулу:

$$n = \frac{m}{M_r}$$

где  $n$  – количество вещества (в моль),  $m$  – масса вещества, в г,  $M_r$  – молекулярная масса вещества, в г/моль.

**Пример 1.** Рассчитать количество вещества, которое содержится в 100 г карбоната кальция.

*Решение:* формула карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ . Найдём его молекулярную массу:

$$M_r(\text{CaCO}_3) = Ar(\text{Ca}) + Ar(\text{C}) + Ar(\text{O}) \cdot 3$$

$$M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \cdot 3 = 100 \text{ г / моль}$$

Теперь подставим это значение в формулу для количества вещества:

$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M_r(\text{CaCO}_3)} \Rightarrow n(\text{CaCO}_3) = \frac{100}{100} = 1 \text{ моль}$$

*Ответ:* 1 моль

**Пример 2.** Рассчитать, какую массу навески сульфата натрия нужно взять, чтобы в ней содержалось 0,015 моль вещества?

*Решение:* формула сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Так как нам требуется найти массу, зная количество вещества, воспользуемся формулой:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4)} \Rightarrow m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) \quad (1)$$

Вычислим молекулярную массу сульфата натрия:

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = Ar(\text{Na}) \cdot 2 + Ar(\text{S}) + Ar(\text{O}) \cdot 4$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 142 \text{ г / моль}$$

Теперь подставим в формулу (1) это значение

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,015 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г / моль} = 2,13 \text{ г}$$

*Ответ:* 2,13 г.

№6. Определите количество вещества сульфата меди (II), содержащееся в 3,2 г сульфата меди (II).

№7. Посчитайте, какое количество вещества содержится в 0,58 г хлорида натрия.

№8. Рассчитайте, сколько моль вещества содержится в 20 г сахарозы

№9 Какое количество вещества оксида кальция содержится в навеске массой 2,24 г

4. Расчёт количества вещества для газов

#### 4. Расчёт количества вещества для газов

Количество вещества и объём газа связывает формула:

$$n = \frac{V}{V_m}$$

где  $n$  - количество вещества (в моль),  $V$  – объём газа в л,  $V_m$  –молярный объём, в л/моль **для всех газообразных веществ.**

**Пример 1.** Какое количество вещества содержится в 2 л гелия?

*Решение:* Гелий имеет формулу He. Подставим в формулу для расчёта количества газообразных веществ:

$$n(\text{He}) = \frac{V(\text{He})}{V_m} \Rightarrow n(\text{He}) = \frac{2\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,089\text{моль}$$

*Ответ:* 0,089 моль.

**Пример 2.** Какой объём будет занимать 0,15 моль аммиака?

*Решение:* формула аммиака  $\text{NH}_3$ . Из формулы, связывающей количество вещества и объём, получим:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} \Rightarrow V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m$$

Подставляя значения, получим:  $V(\text{NH}_3) = 0,15\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 3,36\text{л}$

*Ответ:* 3,36 л.

№10. Рассчитайте, какой объём будет занимать 12 моль водорода ( $\text{H}_2$ )?

№11. Сколько моль кислорода содержится в 16 л чистого  $\text{O}_2$ ?

№12. В ходе реакции образовалось суммарно 4,15 моль газа. Какой объём он займёт при нормальных условиях?

№13. Рассчитайте, сколько моль воздуха содержится в воздушном шаре объёмом 115000 л?

№14. Занимаясь сейчас умственным трудом, вы выдыхаете 8 л углекислого газа в час. Посчитайте, чему равно количество вещества выдыхаемого Вами газа за 1 час?

## Итоговое задание

Чтобы пройти это задание, вам нужно будет пройти квест "Выберись из комнаты".

Вам нужно найти в этой комнате 4 подсказки и в результате получить четырёхзначный код, который позволит открыть дверь. Будьте внимательны и наблюдательны, а знания помогут разгадать подсказки.

При входе система спросит имя и номер группы - имя пишите своё, номер группы:

Комната 1 - комната химика <https://www.learnis.ru/256918/>

Комната 2 - химическая лаборатория <https://www.learnis.ru/256934/>

Комната 3 - замок <https://www.learnis.ru/256933/>

Можно также выполнить упражнения для подготовки:

Здесь собраны все интерактивные упражнения, которые были в этой теме. Чтобы проверить свой ответ, нужно нажать в правом нижнем углу кнопку перепроверить решение  (можно нажимать много раз, пока всё не будет правильно). Чтобы открыть упражнение, нажмите на его название в списке

1. [Строение атома – найти ошибки в тексте](#)
2. [Вычислить молекулярную массу](#)
3. [Охарактеризовать элемент по Таблице Менделеева](#) [Элемент 1](#) и [Элемент 2](#)
4. [Сравнить радиусы атомов](#)
5. [Сравнить электроотрицательность](#)
6. [Определить тип кристаллической решётки](#)
7. [Назвать вещество](#)
8. [Составить формулу вещества](#)