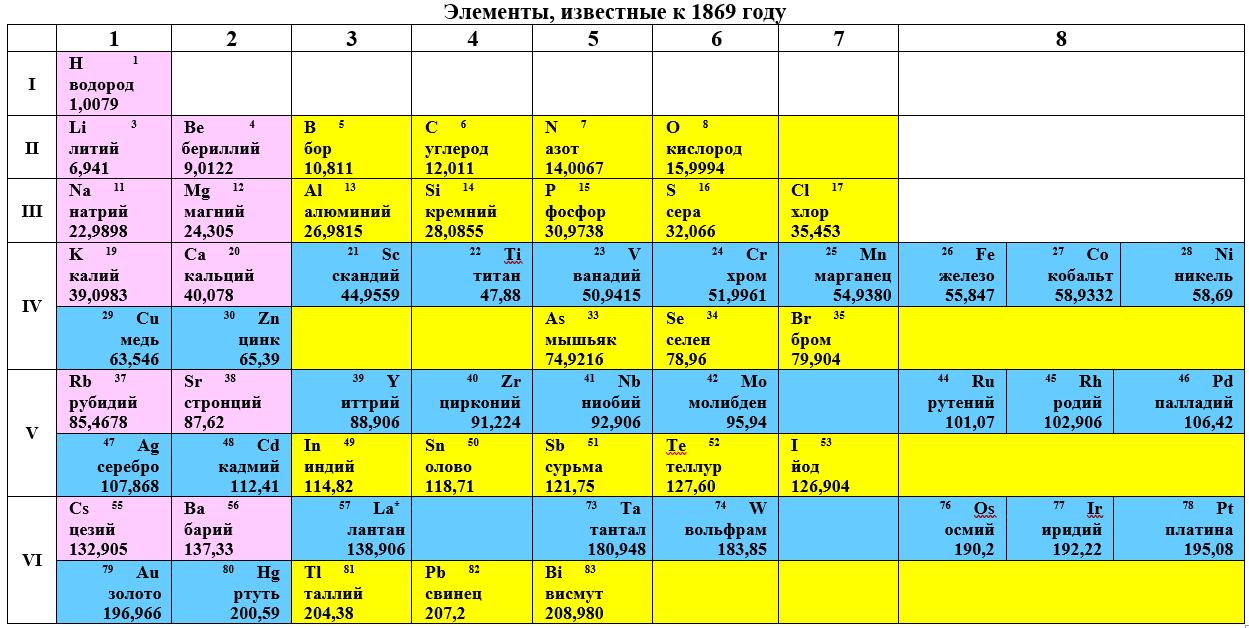
**2. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ .**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1869 г. | 1906 г. |

С помощью таблицы Менделеева можно дать характеристику элемента, сравнить свойства атомов разных элементов, предсказать строение и свойства соединений. Таблица является графическим выражением периодического закона: «Свойства элементов и образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от заряда ядер их атомов». Это современная формулировка периодического закона. А вот формулировка Д. И. Менделеева (1871 г.): «Физические и химические свойства элементов и их соединений стоят в периодической зависимости от атомных весов элементов». К 1869 году открыто 62 химических элемента и попытки их систематизировать предпринимались многими учёными. Основой систематики была атомная масса, больше об атоме ничего не было известно. Д.И. Менделеев разместив элементы в порядке возрастания атомных масс, обнаружил, что их свойства изменяются периодически, со строго определённой регулярностью от натрия к хлору, например, свойства плавно изменяются от ярко выраженных металлических, которые постепенно ослабевают, нарастают неметаллические. В других периодах характер изменения повторяется, от калия к брому и т. д. Периодически меняется состав и характер соединений этих элементов. Д. И. Менделеев, обнаружив данную периодичность изменений, вынужден был исправить значения атомных масс некоторых элементов (как позднее оказалось, определённых ошибочно). Он предсказал существование неизвестных к тому времени элементов (Ga, Sc, Ge), описал их свойства. Эти элементы, действительно, были вскоре открыты (Ga -1875г., Sc -1879 г., Ge -1886 г.). Позднее выяснилось, что изменения свойств в периодах связаны с накоплением электронов на внешнем слое, а резкие изменения - с появлением новых электронных слоёв. Но до открытия сложности строения атома оставалось ещё 30 лет! К настоящему времени открыто и искусственно получено уже 118 химических элементов, каждый из них занимает строго определённое место в таблице, подтверждая правомерность Периодического закона. В периодичности свойств элементов и их соединений мы будем постоянно убеждаться в ходе изучения курса химии. А таблицей Менделеева будем пользоваться на уроках, экзаменах и олимпиадах.

**СВОЙСТВА АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ**

**Рассмотрим основные свойства атома: радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, электроотрицательность и как они взаимосвязаны.**

Радиус атома - расстояние между ядром и самой дальней орбитали. Чем больше атомный радиус, тем слабее удерживаются внешние электроны, а именно этим определяются химические свойства атомов. Очевидно, что радиус зависит от количества электронных слоёв (больше слоёв – больше радиус) и заряда ядра (больше заряд ядра - сильнее притяжение электронной оболочки – меньше радиус). Рассмотрим, какой фактор является определяющим для элементов, расположенных в одной группе, а какой – для элементов одного периода. В периоде от элемента к элементу происходит плавное увеличение заряда и добавление электронов на один и тот же слой. Притяжение электронов к ядру усиливается и радиус уменьшается. Вот данные по величине радиусов для элементов второго периода:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Li** 3  0,157 | **Be** 4  0,113 | **B** 5  0,097 | **C** 6  0,077 | **N** 7  0,071 | **O** 8  0,066 | **F** 9  0,058 | **Ne** 10  0,052 |

А как в группе? Конечно, заряд ядра и силы притяжения по группе тоже растут, но здесь преобладает другой фактор - число электронных слоёв.

|  |  |
| --- | --- |
| **Li** 0,157 | Радиус по группе заметно увеличивается при прибавлении дополнительного электронного слоя (энергетического уровня). Сопоставьте значения (нм) радиусов атомов некоторых элементов IA группы с количеством электронных уровней. Сравните эти данные для атомов элементов других главных подгрупп по справочнику (с.4). Сделайте вывод о изменении радиуса по группе (сверху вниз). |
| **Na** 0,192 |
| **K** 0,231 |
| **Rb** 0,248 |

Таким образом, чем правее и выше стоит элемент в таблице Менделеева, тем меньше радиус его атомов.

Как атом превратить в ион? Очевидно, что для этого нужно либо отобрать, либо присоединить электрон. В том и другом случае происходит изменение энергии.



Энергия, необходимая для отрыва внешнего электрона от атома называется **энергией ионизации** *– Eион.* (т.е. это внешняя энергия, которую необходимо затратить). Измеряется, применительно к атому, в электронвольтах-эВ (*1эВ равен*[*энергии*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F)*, необходимой для переноса*[*электрона*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4)*между точками с разницей*[*потенциалов*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB)*в 1*[*В*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82)*)*.Атом превращается в положительно заряженный ион - **катион**.

При присоединении электрона к атому образуется отрицательно заряженный ион – **анион**. Энергия, которая выделяется при присоединении к атому электрона - **энергия сродства к электрону -** *Ee- –* такое определение.

Конечно, величины этих энергий зависят от радиуса атома. Чем ближе к ядру происходит отрыва или присоединение электрона, тем больше значения *Eион.* и *Ee-* , и наоборот – чем больше радиус, тем меньше обе эти энергии. Таким образом, поскольку элементы с самыми большими радиусами стоят в нижнем левом углу таблицы Менделеева, то атомы этих элементов имеют минимальные значения *Eион.* и *Ee-* и возрастают вверх по группам и вправо по периодам – это общая тенденция.

Отрыв электрона - процесс всегда энергозатратный: Н - **e-** → Н+ *–*13,6 эВ. Убедитесь, по справочнику (с.6) что все значения *Eион.* одинаковы по знаку.

Присоединение электрона сопровождаться, обычно, выделением энергии, но для атомов некоторых элементов идёт с поглощением, а значит *Ee-* может быть и положительной, и отрицательной. Знак зависит от электронной конфигурации атомов элемента:

Н + **e-** → Н- + 0,75 эВ; Не + **e-** → Не- - 0,54 эВ

Дело в том, что изменение радиуса – не единственный фактор, от которого зависят указанные выше свойства. Значение имеет также состояние электронной оболочки атома. Какие электронной конфигурации атомов являются наиболее энергетически устойчивыми? В таблице Менделеева есть элементы VIIIA группы (инертные газы), атомы которых, судя по названию, химически неактивны, что позволяет предположить, что их электронные оболочки устойчивы. Электронная конфигурация внешнего слоя инертных газов в общем виде: ns2np6, где n - номер периода (электронного слоя). Значит, энергетически устойчиво состояние атома с завершённым внешним уровнем. Итак, при присоединении электронов атомами инертных газов энергия не выделяется (см. определение), а поглощается, поэтому значения *Ee-* отрицательны. По приведённым ниже данным предположите, какие ещё электронные конфигурации атомов могут быть устойчивы?

**Энергия сродства к электрону атомов элементов второго периода**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Li** 3  0,59 | **Be** 4  -0,19 | **B** 5  0,30 | **C** 6  1,27 | **N** 7  -0,21 | **O**  8  1,47 | **F**  9  3,40 | **Ne** 10  -0,30 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Как видите, у атомов некоторых элементов значения *Ee-* отрицательны: Be (свободный р-подуровень), N (наполовину заполненный р-подуровень), Ne (заполненный р-подуровень). Значит, таким атомам энергетически невыгодно присоединять дополнительный электрон. Итак, энергетически устойчивыми состояниями атомов являются такие, при которых внешний р - подуровень свободный, наполовину заполненный, полностью заполненный. Аналогичные закономерности проявляются и для d-подуровня.

Эта особенность проявляется и в аномально высоких значениях энергии ионизации для тех же элементов. Радиусы атомов в периоде слева направо уменьшаются, а *Eион.* изменяется не монотонно:

**Энергия ионизации, эВ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Li** 3  5,392 | **Be** 4  **9,323** | **B** 5  8,298 | **C** 6  11,26 | **N** 7  **14,53** | **O** 8  13,618 | **F** 9  17,423 | **Ne** 10  21,56 |

Из значений *Eион.* и *Ee-* рассчитывается важнейшая количественная характеристика атома – **электроотрицательность** -способность атома в молекуле притягивать к себе электроны других атомов (Линус Полинг). В периодах, самая низкая электроотрицательность у активных [металлов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B)  [IА группы](https://ru.wikipedia.org/wiki/1_%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BF%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2), самая высокая - у элементов VIIA группы, среди них фтор - чемпион! Стоит запомнить несколько элементов в порядке убывания их электроотрицательности: **F, O, Cl, N, Br, S.**

**Выводы:**

1)  Увеличение числа электронов на внешнем слое атомов в пределах одного периода приводит к постепенному изменению свойств элементов от активных металлов (IA группа) к активным неметаллам (VIIAгруппа).

2) Резкие скачки в свойствах происходят: при завершении внешнего электронного слоя: от активного неметалла(VIIAгруппа - внешний слой не завершён) к инертному элементу(VIIIA группа-внешний слой завершён); при появлении нового электронного слоя –переходе от инертного элемента (VIIIA группа) к активному металлу (IA группа).

3) Свойства химических элементов в группах сходны потому, что на внешнем электронном слое их атомов одинаковое число электронов, т. е. периодически повторяющееся строение внешнего электронного слоя приводит к периодичности изменения свойств атомов.

**Задания:**

1. Дайте сравнительную характеристику атомов Na, Mg и К по строению и свойствам, используя Периодическую систему элементов.
2. Расположите ионы Na+, Mg2+, O2-, F- в порядке увеличения их радиусов.
3. Перед вами диаграмма распространённости элементов в живых организмах и во Вселенной. Постройте аналогичную диаграмму распространённости элементов в земной коре, используя справочные данные. Сравните диаграммы. Рассчитайте распространённость элементов в процентах по количеству атомов.

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

1. Дан элемент с 7 электронами. В основном состоянии атома эти электроны могут быть размещены на 1s, 2s и 2 p орбиталях четырьмя различными способами, как показано ниже:

2p

2s

1s

Рис. 4

2p

2s

1s

Рис. 3

2p

2s

1s

Рис. 2

2p

2s

1s

Рис. 1

2s

1s

2s

2p

Выберите верное утверждение:

(А) Верны схемы на рисунках 2 и 4. (В) Верна только схема на рисунке 2 .

(С) Верна только схема на рисунке 1. (D) Верны схемы на рисунках 3 и 4.

1. В каком случае атомы, 3Li, 38Sr, 20Ca, 11Na, расположены в порядке увеличения размера? *IJSO, Азербайджан, 2009, тестовый тур.*

(A) (B)

(C) (D)

6. Первая энергия ионизации (Е1) элемента – это энергия, необходимая для удаления внешнего электрона из электронной оболочки атома. У какого из следующих элементов наибольшая Е1? *IJSO, Южная Корея, 2008, тестовый тур.*

(A) B (B) C (C) N (D) O