

Громова Ольга Ильинична
учитель химии МОУ «Лямбирская СОШ №1»
Лямбирского муниципального района

Мастер класс на тему: «Порядок заполнения электронами энергетических уровней атомов». (9-11 классы)

Цель занятия: Рассмотреть варианты более быстрой формы записи краткой электронной конфигурации атома.

В зависимости от того, какой подуровень в атоме заполняется в последнюю очередь, все химические элементы делятся на 4 электронных семейства: s-, p-, d-, f-элементы. Элементы, у атомов которых в последнюю очередь заполняется s-подуровень внешнего уровня, называются s-элементами. У s-элементов валентными являются s-электроны внешнего энергетического уровня. У p-элементов последним заполняется p-подуровень внешнего уровня. У них валентные электроны расположены на p- и s-подуровнях внешнего уровня. У d-элементов в последнюю очередь заполняется d-подуровень предвнешнего уровня и валентными являются s-электроны внешнего и d-электроны предвнешнего энергетического уровней. У f-элементов последним заполняется f-подуровень третьего снаружи энергетического уровня.

Электронная конфигурация атома может быть изображена также в виде схем размещения электронов в квантовых ячейках, которые являются графическим изображением атомной орбитали. В каждой квантовой ячейке может быть не более двух электронов с противоположно направленными спинами $\uparrow\downarrow$. Порядок размещения электронов в пределах одного подуровня определяется правилом **Хунда**: в пределах подуровня электроны размещаются так, чтобы их суммарный спин был максимальным. Иными словами, орбитали данного подуровня заполняются сначала по одному электрону с одинаковыми спинами, а затем по второму электрону с противоположными спинами.

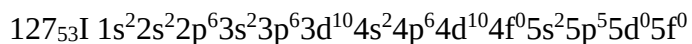
Для записи электронной конфигурации атома можно применить несколько способов.

Первый способ:

Для выбранного элемента по его местоположению в периодической таблице химических элементов Д.И.Менделеева можно записать матрицу строения электронной оболочки атома, соответствующую данному периоду.

Например, элемент иод: $127_{53}\text{I } 1s^2s^2p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^64d^{10}4f^05s^25p^55d^05f^0$

По таблице, последовательно переходя от элемента к элементу, можно заполнить матрицу в соответствии с порядковым номером элемента и порядком заполнения подуровней:



Но, подуровни заполняются в последовательности s-f-d-p, и при использовании данного способа мы не наблюдаем поочередности в заполнении электронных оболочек.

Второй способ:

Можно рассмотреть порядок заполнения уровней и подуровней электронами, используя понятия основного принципа - принципа наименьшего запаса энергии: наиболее устойчиво состояние атома, при котором его электроны имеют наименьшую энергию.

Т.е. основываясь на **Запрете Паули, Правилах Хунда и Клечковского**

Запрет Паули: в атоме не может быть двух электронов, четыре квантовых числа которых одинаковы (т.е. каждая атомная орбиталь не может быть заполнена более чем двумя электронами, причем с антипараллельными спинами.)

Правило Хунда: электроны располагаются на одинаковых орбиталях таким образом, чтобы суммарное спиновое число их было максимальным, т.е. наиболее устойчивому

состоянию атома соответствует максимально возможное число неспаренных электронов с одинаковыми спинами.

Правила Клечковского: А) Заполнение электронных слоев электронами начинается с уровней и подуровней, обладающими самыми низкими значениями n и l , и идет в порядке возрастания $n+l$;

Б) Если для двух орбиталей сумма $n+l$ окажется одинаковой, то в первую очередь электронами заполняется орбиталь с меньшим значением n .

Первый случай не показывает последовательность заполнения подуровней, а второй- требует время для построения таблицы.

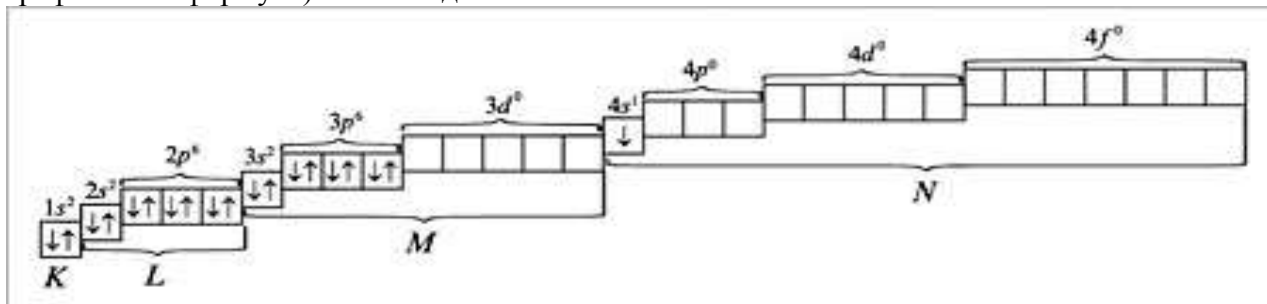
Таблица № 2

Порядок заполнения электронами энергетических уровней атомов.

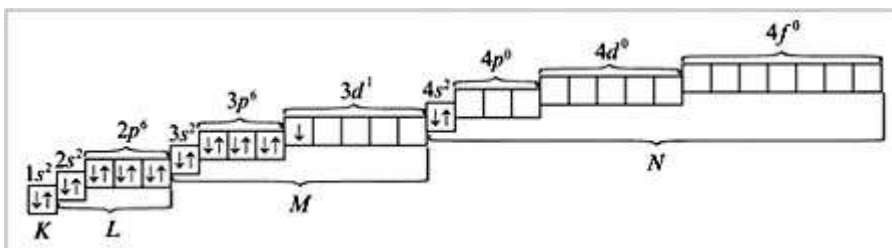
Квантовые числа		Сумма квантовых чисел $n + l$	Заполняемая орбиталь
n	l		
1	0	1	1s
2	0	2	2s
	1	3	2p
3	0	3	3s
	1	4	3p
	2	5	3d
4	0	4	4s
	1	5	4p
	2	6	4d
	3	7	4f
5	0	5	5s
	1	6	5p
	2	7	5d
	3	8	5f
6	0	6	6s
	1	7	6p
	2	8	6d
7	0	7	7s
	1	8	7p

При распределении электронов в атоме **К** в соответствии с правилом Клечковского предпочтение отдается орбитали 4s

Следовательно, для атома **калия** распределение электронов по орбиталям (электронно-графическая формула) имеет вид



Скандий относится к d-элементам, и его атом характеризуется следующим распределением электронов по орбиталям:



Исходя из правила Клечковского мы видим порядок последовательного заполнения подуровней. Первый случай не показывает последовательность заполнения подуровней, а второй - требует время для построения таблицы. Поэтому я вам предлагаю более приемлемые варианты последовательного заполнения орбиталей.

Первый способ: Электроны легко можно распределить по подуровням исходя из некоторых правил. Во первых нужна цветная таблица. Представим каждый элемент как один новый электрон, Каждый период – это соответствующий уровень, s-р-электроны всегда в своём периоде, d-электроны на уровень ниже (3 d-электроны в гостях в 4-ом периоде), f-электроны на 2 уровня ниже. Просто берём таблицу и читаем исходя из цвета элемента, у s, p- элементов номер уровня соответствует номеру периода, если доходим до d-элемента пишем уровень на один меньше, чем номер периода, в котором этот элемент находится (если элемент в 4-м периоде, следовательно, 3 d). Также поступаем и с f-элементом, только уровень указываем меньше чем номер периода на 2 значения (если элемент в 6-м периоде, следовательно, 4 f).

Второй способ: Нужно отобразить все подуровни в виде одной клеточки, и уровни расположить друг под другом симметрично подуровень под подуровнем. В каждой ячейке написать максимальное количество электронов данного подуровня. И последним этапом нанизать подуровни по диагонали (от верхнего уголка к нижнему) стрелой. Считывать подуровни сверху вниз в сторону кончика стрелы, до количества электронов нужного атома.

