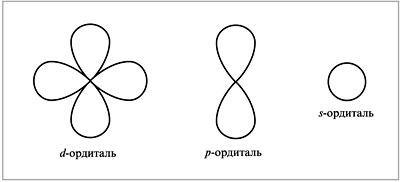
**Практическая работа 1.  
Характеристика состояния электронов в атоме и распределение  
их по орбиталям**

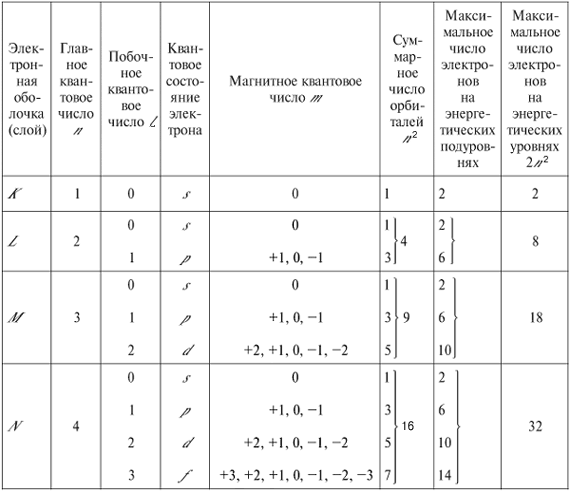
**Цели**. Повторить и закрепить закономерности поведения электронов в атоме, их дуализм, понятия об орбиталях и квантовых числах, характеризующих состояние электрона в атоме, закономерности распределения электронов по орбиталям и взаимосвязь их со структурой периодической системы химических элементов (ПСХЭ) Д.И.Менделеева.  
**Оборудование**. Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева, модели  
*s*-, *p*-, *d*-, *f*-орбиталей, таблица распределения электронов по квантовым уровням, схема порядка заполнения электронных орбиталей.

Электроны в атомах обладают различным запасом энергии и двойственной природой. Это материальные частицы с очень незначительной массой, и одновременно их представляют как электромагнитные волны с определенной частотой колебаний. Электроны находятся лишь в определенных квантовых состояниях (квант – порция энергии), соответствующих значениям энергии связи с ядром. Согласно теории М.Планка испускание электромагнитных волн не непрерывно. Атомы поглощают и испускают энергию порциями – квантами. Вся совокупность сложных движений электрона в атоме описывается четырьмя квантовыми числами: главным *n*, побочным *l*, магнитным *m* и спиновым *s*.  
***Главное квантовое число n*** определяет энергию электрона на данной орбитали и степень удаления от ядра. Значения *n* = 1, 2, 3… обозначают электронные слои: 1-й (*n* = 1) – *K*,  
2-й (*n* = 2) – *L* и далее – *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*.  
***Побочное (орбитальное) квантовое число*** *l* принимает значения от 0 до  *n* – 1. Оно определяет форму атомной орбитали. При *l* = 0, независимо от *n*, – сферическая форма (*s*-орбиталь); при *l* = 1 – гантелеобразная форма   
(*p*-орбиталь); при *l* = 2 – форма розетки или сложной гантели (*d*-орбиталь).  
***Магнитное квантовое число m*** определяет положение атомной орбитали в пространстве относительно внешнего магнитного или электрического поля. Каждому значению *l* соответствует  
2*l* + 1 значений *m* (от –*l* до +*l*).  
***Спиновое квантовое число s***отражает собственный момент количества движения электрона. Оно может принимать два значения: +1/2 или –1/2.



*Таблица*

**Распределение электронов по квантовым уровням**



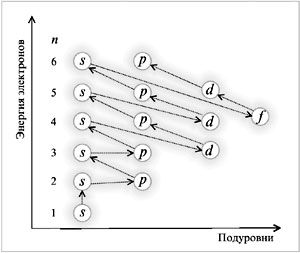
Подобно любой системе, атомы стремятся к минимуму энергии. Это достигается при определенном состоянии электронов (распределение по орбиталям), которое можно оценить на основе следующих закономерностей.

**Принцип Паули.** В атоме не может быть двух электронов с одинаковыми значениями четырех квантовых чисел. На одной атомной орбитали не может быть более двух электронов с противоположными спинами.  
**Правило Хунда.** Электроны располагаются на одинаковых орбиталях таким образом, чтобы суммарный спин был максимальным.  
**Правило Клечковского.** Порядок заполнения энергетических состояний определяется стремлением атома к минимальному значению суммы главного и побочного квантовых чисел, причем в пределах фиксированного значения *n* + *l* в первую очередь заполняются состояния, отвечающие минимальным значениям *n*.

Соответственно существует следующий порядок заполнения электронных орбиталей (схема).

*Схема*

**Порядок заполнения электронных орбиталей**



***Пример.*** Рассмотреть применение правила Клечковского для определения распределения электронов по орбиталям в атомах калия (*Z* = 19) и скандия (*Z* = 21).

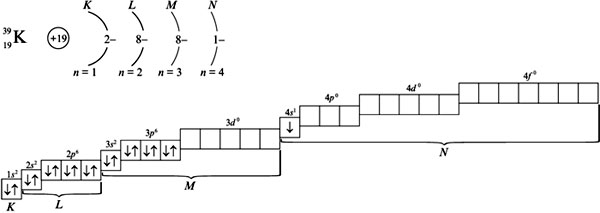
***Решение***

Предшествующий калию в ПСХЭ элемент аргон (*Z* = 18) имеет распределение электронов по орбиталям:

.

При распределении электронов по орбиталям в атоме К соответственно правилу Клечковского предпочтение отдается орбитали 4*s*, т. к. сумма квантовых чисел *n* + *l* равна 4 + 0 = 4 (если сравнить с орбиталью 3*d*, то *n* + *l* = 3 + 2 = 5). Орбиталь 4*s* имеет меньшее значение *n* + *l*. Поэтому электронная формула калия:

1*s*22*s*22*p*63*s*23*p*63*d*04*s*1.

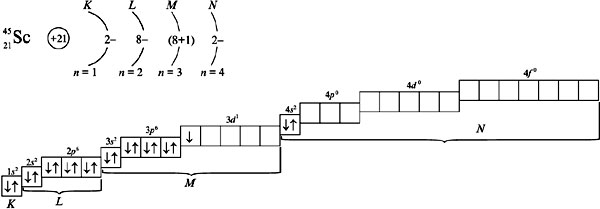


Предшествующий скандию элемент кальций (*Z* = 20) имеет следующее распределение электронов по орбиталям:

1*s*22*s*22*p*63*s*23*p*63*d*04*s*2.

Из орбиталей 3*d* (*n* + *l* = 3 + 2 = 5) и 4*p* (*n* + *l* = 4 + 1 = 5) при распределении электронов в атоме Sc отдается предпочтение орбитали 3*d*, как имеющей минимальное значение *n* = 3 при одинаковых суммах квантовых чисел *n* + *l* = 5. Электронная формула атома скандия:

1*s*22*s*22*p*63*s*23*p*63*d*14*s*24*p*0.



***Задание****. На основании положения химических элементов в ПСХЭ и закономерностей распределения электронов по орбиталям рассмотреть особенности электронной структуры:*

*а) атома кальция* Ca*;  
б) атома железа Fe.*