

## Правила заполнения электронных оболочек атомов

В каждом атоме электроны заполняют энергетические уровни в определенном порядке. Этот порядок определяется тремя правилами, каждое из которых носит имя ученого, впервые его сформулировавшего.

1. **Принцип Паули.** В атоме не может быть двух и более электронов, у которых все четыре квантовых числа были бы одинаковыми. Значения хотя бы одного из квантовых чисел у них должны различаться. Именно поэтому на одной орбитали не могут находиться два электрона с одинаковыми спиновыми числами:

$$\boxed{\uparrow\downarrow} \text{ — правильно, } \boxed{\uparrow\uparrow} \text{ — неправильно.}$$

2. **Правило Хунда.** В пределах одного энергетического подуровня электроны располагаются таким образом, чтобы сумма их спиновых чисел была максимальной. Это означает, что в первую очередь электроны по одному располагаются на всех свободных орбиталях подуровня, и только потом начинают занимать орбитали, на которых уже есть один электрон. В случае, например,  $p$ -подуровня, это выглядит так:

$$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow} \text{ — правильно, сумма } m_s = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 1,$$

$$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\phantom{\uparrow}} \text{ — неправильно, сумма } m_s = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0.$$

3. **Правило Клечковского.** Каждый электрон стремится занять орбиталь с наименьшим значением энергии. Как мы уже знаем, за энергию электрона в атоме отвечают два квантовых числа: главное и побочное. Поэтому, в соответствии с правилом Клечковского, сначала электроны заполняют орбитали того подуровня, для которого сумма этих квантовых чисел ( $n + l$ ) меньше. Давайте определим, какой из подуровней —  $2s$  или  $2p$  — будет заполняться раньше. Для этого определим для каждого из них сумму ( $n + l$ ):

$$\text{для } 2s\text{-подуровня } n + l = 2 + 0 = 2,$$

$$\text{для } 2p\text{-подуровня } n + l = 2 + 1 = 3.$$

Очевидно,  $2s$ -подуровень будет заполняться раньше. Однако бывает и так, что электроны еще не заполнили один энергетический уровень, но уже начинают заполнять другой, поскольку это более энергетически выгодно. Например, заполнив  $3p$ -подуровень, электроны располагаются далее не на  $3d$ -, а на  $4s$ -подуровне:

$$\sum(n + l)_{3d} = 3 + 2 = 5,$$

$$\sum(n + l)_{4s} = 4 + 0 = 4.$$

Если у каких-либо подуровней суммы  $n + l$  совпадают, то первым будет заполняться тот из них, у которого меньше число  $n$ .

Правило Клечковского часто называют также *принципом наименьшей энергии*. На его основании не сложно и полностью определить последовательность, в которой происходит заполнение энергетических подуровней:

$$1s \quad 2s \quad 2p \quad 3s \quad 3p \quad 4s \quad 3d \quad 4p \quad 5s \quad 6s \quad 4f \quad 5d \quad 6p \quad 7s \quad 5f \quad 6d$$