

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:

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

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

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:

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