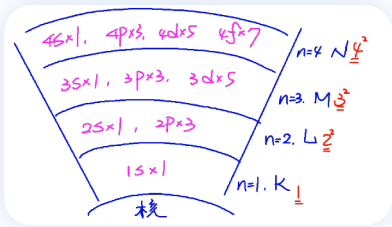


# 原子结构与元素性质 · 二 · 「构造原理、泡利原理、洪特规则」

## 原子轨道

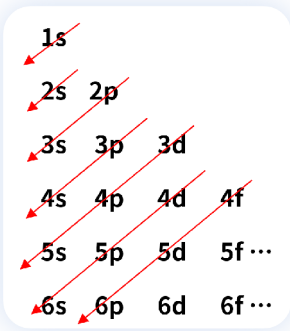


对每个  $n$  值而言：

- 有  $n$  种能级
- 有  $n^2$  个原子轨道
- 最多可容纳  $2n^2$  个  $e^-$

## 构造原理

**构造原理 (aufbau principle)**：从氢开始，随核电荷数递增，新增电子填入能级的顺序称为构造原理。



**顺序**：  $1s - 2s - 2p - 3s - 3p - 4s - 3d - 4p - 5s - 4d - 5p - 6s - \dots$

$$E_{1l} < E_{2l} < E_{3l} < \dots < E_{nl}$$

$$E_{ns} < E_{np} < E_{nd} < E_{nf}$$

$$E_{ns} < E_{(n-2)f} < E_{(n-1)d} < E_{np}$$

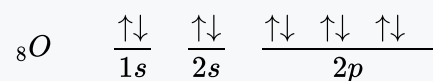
我们把第三个不等式中涉及到的能级组成的集合称为能级组。

能级组序号	一	二	三	四	五	六	七
能级	1s	2s 2p	3s 3p	4s 3d 4p	5s 4d 5p	6s 4f 5d 6p	7s 5f 6d 7p
最大电子容纳量	2	8	8	18	18	32	32

## 泡利不相容原理

**泡利原理**：在一个原子轨道里，最多只能容纳 **2** 个电子，它们的自旋 **相反**，常用上下箭头(  $\uparrow$  和  $\downarrow$  )表示自旋相反的电子

${}_8\text{O}$  的轨道表示式如下：



- 简并轨道：能量相同的原子轨道
- 电子对：同一个原子轨道中，自旋方向相反的一对电子
- 单电子：一个原子轨道中若只有一个电子，则该电子称为单电子
- 自旋平行：箭头同向的单电子称为自旋平行
- 在氧原子中，有 3 对电子对，有 2 个单电子
- 在氧原子中，有 5 种空间运动状态，有 8 种运动状态不同的电子

## 洪特规则

1. 内容：基态原子中，填入简并轨道的电子总是先单独分占，且自旋平行
2. 特例：在简并轨道上的电子排布处于全充满、半充满和全空状态时，具有较低的能量和较大的稳定性

$$\text{相对稳定的状态} \begin{cases} \text{全充满} & s^2, p^6, d^{10}, f^{14} \\ \text{半充满} & s^1, p^3, d^5, f^7 \\ \text{全空} & s^0, p^0, d^0, f^0 \end{cases}$$

${}_{24}\text{Cr}$  的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^54s^1$ ，为半充满状态，易错写为  $[\text{Ar}]3d^44s^2$

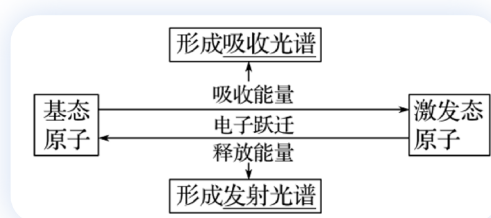
${}_{29}\text{Cu}$  的电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$ ，为全充满状态，易错写为  $[\text{Ar}]3d^94s^2$

1. 基态原子：处于最低能量状态的原子
2. 激发态原子：基态原子吸收能量，它的电子会跃迁到较高能级，变成激发态原子

## 能量最低原理

1. 内容：在构建基态原子时，电子将尽可能地占据能量最低的原子轨道，使整个原子的能量最低
2. 因素：整个原子的能量由核电荷数、电子数和电子状态三个因素共同决定

## 原子光谱



## 焰色反应

物理反应，进行焰色反应应使用**铂丝**（镍丝、无锈铁丝）。把嵌在玻璃棒上的金属丝在**稀盐酸**里蘸洗后，放在酒精灯的火焰里灼烧，不同金属元素会使火焰变为各种颜色，这便是焰色反应。焰色反应的形成与原子光谱有关

详见 [06 元素及其化合物 - 01 钠及其化合物](#)

## 光谱分析

在现代化学中，常利用原子光谱上的 **特征谱线** 来鉴定元素，称为光谱分析