

# 原子结构与元素性质 · 一 · 「核外电子排布方式」

## 能层与能级

- 能层：**多电子原子的核外电子的能量是不同的，离核近的电子能量较低，离核越远，电子的能量越高。可以将核外电子分成不同的能层，并用符号  $K$ 、 $L$ 、 $M$ 、 $N$ 、 $O$ 、 $P$ 、 $Q$ ... 表示相应离核最近的第一能层，次之的第二能层，以此类推三、四、五、六、七能层

电子层序数( $n$ )	1	2	3	4	5	6	7
符号表示	$K$	$L$	$M$	$N$	$O$	$P$	$Q$
能量大小	小	→	→	→	→	→	大
距核远近	近	→	→	→	→	→	远

- 实验和量子力学研究表明，多电子原子中，同一能层的电子，能量可能不同，因此还能再将它们分成若干能级。在每一个能层中，能级符号的顺序是 $ns$ 、 $np$ 、 $nd$ 、 $nf$ ... (  $n$  表示能层)

能层	n = 1	n = 2		n = 3			n = 4			
	K	L		M			N			
能级种类	s	s	p	s	p	d	s	p	d	f
原子轨道	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f
原子轨道数	1	1+3 = 4		1+3+5 = 9			1+3+5+7 = 16			

原子轨道数为  $n^2$   
每一电子层所容纳的电子数最多为  $2n^2$  个

## 电子云与原子轨道

### 概率密度

1913 年，**玻尔** 提出氢原子模型，电子在 **线性轨道** 上绕核运行。量子力学指出，一定空间运动状态的电子在核外空间各处都可能出现，但出现的 **概率** 不同，可用概率密度 ( $\rho$ ) 表示，即

$$\rho = \frac{P}{V} \text{ (} P \text{ 表示电子在某处出现的概率, } V \text{ 表示该处的体积)}$$

### 电子云

- 定义：处于一定空间 **运动状态** 的电子在原子核外空间的概率密度分布的形象化描述
- 含义：用单位体积内小黑点的疏密程度表示电子在原子核外出现概率大小，小黑点越 **密**，表示概率密度越 **大**

[×]  $4s$  电子能量较高，总是在比  $3s$  电子离核更远的地方运动

### 原子轨道

量子力学把电子在原子核外的一个 **空间运动状态** 称为一个原子轨道

形状  $\begin{cases} s \text{ 电子云:} & \text{球形} & \text{只有一种空间伸展方向} \\ p \text{ 电子云:} & \text{哑铃形} & \text{有3种空间伸展方向分别相对于 } x, y, z \text{ 轴对称} \end{cases}$

空间运动状态种数 = 轨道数；电子运动状态种数 = 电子数  
*eg:* 基态  $C$  原子核外共有 4 种不同的空间运动状态，共有 6 个运动状态不同的电子

## 原子轨道与能层序数的关系

- 1. 不同能层的同种能级的原子轨道形状 **相同**，只是半径 **不同**。能层序数  $n$  越 **大**，原子轨道的半径越 **大**
- 2.  $s$  能级只有 1 个原子轨道。 $p$  能级有 3 个原子轨道，它们互相垂直，分别以  $p_x$ 、 $p_y$ 、 $p_z$  表示
- 3. 原子轨道数与能层序数 ( $n$ ) 的关系：原子轨道数目 =  $n^2$

## 原子轨道能量高低

- 1. 相同能层上原子轨道能量的高低： $ns < np < nd < nf$
- 2. 形状相同的原子轨道能量的高低： $1s < 2s < 3s < 4s < \dots$
- 3. 同一能层内形状相同而伸展方向不同的原子轨道的能量相等，如  $np_x, np_y, np_z$  轨道的能量相等