

量子数—磁量子数m

2020年10月27日 19:39

磁量子数

取值

磁量子数m取值受角量子数l的影响

对于给定的l, m可取0, $\pm 1 \pm 2 \pm 3 \dots, \pm l$ 共 $2l+1$ 个值

若 $l=2$, 则

$m=0, \pm 1, \pm 2$ 共五个值

对原子轨道的影响

电子角动量M在z轴上的分量 M_z 是量子化的, 其大小由磁量子数m决定

$$M_z = m \frac{h}{2\pi} \hbar$$

由于m的取值只能是

0, $\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm l$

所以轨道角动量在z轴上的分量 M_z 是量子化的

知道了角动量矢量在z轴上的分量 M_z , 就知道了角动量的矢量方向

如 $l = 1$ 时,

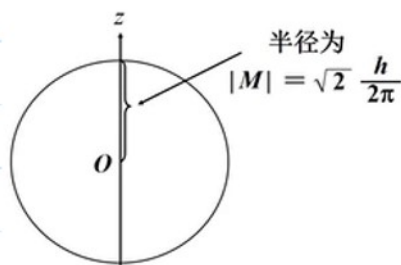
$$|M| = \sqrt{l(l+1)} \frac{h}{2\pi} = \sqrt{2} \frac{h}{2\pi}$$

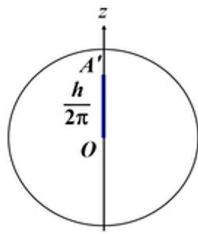
m	0	+1	-1
$M_z = m \frac{h}{2\pi}$	0	$+\frac{h}{2\pi}$	$-\frac{h}{2\pi}$

以坐标原点 O 为圆心

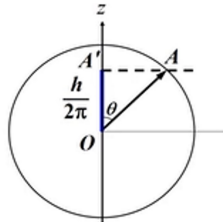
以角动量矢量的模 $|M| = \sqrt{2} \frac{h}{2\pi}$ 为

半径画圆, 且使圆面经过 z 轴。



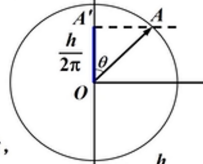


$m = 1$ 时, 角动量在 z 轴上的分量 M_z
为图中 OA' , $M_z = \frac{h}{2\pi}$



只有角动量矢量 OA 与 z 轴的夹角为 θ 时, 才可能出现这种情况。

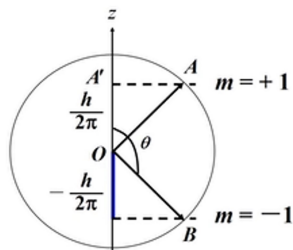
分量 OA' 为 $\frac{h}{2\pi}$ 半径 OA 为 $\sqrt{2} \frac{h}{2\pi}$



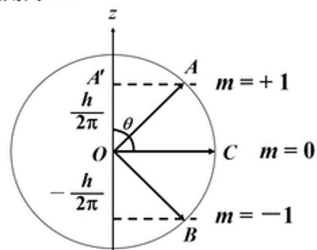
故 $m = 1$ 时,

$$\cos \theta = \frac{OA'}{OA} = \frac{\frac{h}{2\pi}}{\sqrt{2} \frac{h}{2\pi}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

所以 $\theta = 45^\circ$



同理, $m = -1$ 时, 角动量矢量 OB 与 z 轴的夹角为 135°

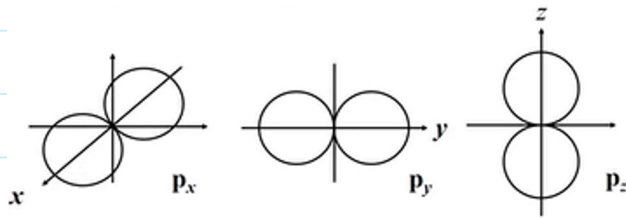


$m = 0$ 时, 角动量矢量 OC 与 z 轴的夹角为 90°

磁量子数 m 决定原子轨道的空间取向

l 一定的轨道, 如 p 轨道, 因 $l=1$, m 有

$0, \pm 1$, 一共三种取值, 故 p 轨道在空间有三种不同的取向



p_z 轨道对应于 $m = 0$ 的波函数。

$2p_z$ 就是 $\psi_{2, 1, 0}$

p_x 和 p_y 轨道为 $m = +1$ 和 $m = -1$ 两个波函数的线性组合。

p_x 和 p_y 轨道没有对应的磁量子数。

m 取值的个数，与轨道不同空间取向的数目是对应的

m 的不同取值，或者说原子轨道的不同空间取向，一般不影响能量

3种不同取向的2p轨道能量相同。我们说这3个原子轨道是能量简并轨道，或者说2p轨道是3重简并的

$l=2$ 时， m 有5种取值0, ± 1 , ± 2

2, 表示形状为花瓣形的d轨道，在核外空间中有5中不同的分布方向
这5种d轨道能量简并

其中只有 $3d_{z^2}$ 与磁量子数 $m = 0$ 对应

可表示为 $\Psi_{3, 2, 0}$

$l=3$ 的f轨道，在空间种有7种不同取向。形状更为复杂，轨道的重简度为7

$\Psi_{n,l,m}$ 的三个量子数 n, l, m 表明：

- ① 轨道在原子核外的层数，即轨道中的电子距离核的远近
- ② 轨道的几何形状
- ③ 轨道在空间分布的取向