

一、原子核的组成

原子核是由质子和中子组成的；中子和质子可视为不同电荷态的两个粒子，合称为核子。质子和中子自旋量子数均为 $1/2$ ，是费米子。

原子核的表示： ${}^A_Z X_N$ ， N 为核内中子数， Z 为质子数， $A=Z+N$ 为核内的核子数，又称质量数； X 代表与 Z 相联系的元素符号。

核素的分类：

- (1) 同位素 (2) 用量异位（荷）素
- (3) 同中子素 (4) 镜像核（质子数与中子数互换）。

二、原子核的大小和密度

原子核半径的经验公式

$$R = r_0 A^{1/3} \quad \text{A 为质量数} = Z + N$$

For the size of **mass** distribution, $r_0 = 1.4 \text{ fm}$

For the size of **charge** distribution, $r_0 = 1.2 \text{ fm}$

$$\rho = \frac{M_A}{V} = \frac{3}{4\pi r_0^3 N_0} = 2.3 \times 10^{17} \text{ kg} / \text{m}^3$$

原子核的密度近于常数，而且非常大。

三、核自旋

核自旋：原子核基态的总角动量 $\sqrt{I(I+1)}\hbar$

核磁矩为 $\vec{\mu}_I = g \cdot \frac{e}{2m_p} \vec{I}$

习惯上核磁矩用它在给定 Z 方向的投影的最大值来量度

$$\mu_I = g \cdot \frac{e}{2m_p} I \hbar = g \mu_N I \quad g \text{ 称为原子核 } g \text{ 因子}$$

$$\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p} \quad \text{称为核磁子}$$

核的自旋量子数 I 和磁矩 μ_I 只能从实验上确定

四、关于核自旋的重要实验结果

(1) 质量数 A 为偶数的核的自旋量子数（也称为核自旋） I 为 0 或整数（玻色子）；质量数为奇数的核的 I 为半整数（费米子），偶偶核（ N 、 Z 为偶数）的 I 值为 0。

(2) 质子的磁矩 $\mu_p = 2.79284739(6)\mu_N$ ，并不为 μ_N ；中子的磁矩 $\mu_n = -1.9130428(5)$ ，也不为 0。

⇒ 中子内部存在电荷分布。不是真正的基本粒子。

(3) 测得原子核的 g 因子有正有负，因此 μ_I 也有正有负。

五、核磁共振

磁矩不为 0 的原子核在磁感应度为 B 的磁场中，能级也会分裂，

$$\text{附加能量 } \Delta E = -\vec{\mu}_I \cdot \vec{B}$$

$$\Delta E = -Mg\mu_N B, \quad M = \pm I, \pm(I-1) \cdots$$

无磁场时一个能级，在磁场中分裂为 $(2I+1)$ 个能级，能级间隔 $g\mu_N B$ 。核磁共振方法可以测量原子核的 g 因子。

H 的核磁共振最为显著