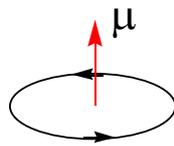


從 magnetic moment 談起

各位應該學過，當一個線圈有電流 i 通過時，圍繞著線圈會有磁場產生，有一磁矩(magnetic dipole moment μ)存在，其向量標示於下圖線圈中心：



current: i

area of the current loop: A

magnetic moment: μ

$$\mu = i \times A$$

該向量可用右手定則預測，以右手大拇指之外的四指順著電流方向，此時大拇指的指向即為磁矩的方向。

當磁矩與另一磁場 B 相垂直時，會有一力矩(torque) τ 產生，最終使得該磁矩與磁場 B 相平行：

$$\tau = \mu \times B$$

從能量角度來看，磁矩與另一磁場 B 相垂直的能量狀態被定義為零，若磁矩與磁場 B 之間的夾角為 θ ，此時磁位能(magnetic potential energy) U 可由下式計算：

$$U = -\mu B \cos \theta$$

此式代表磁矩與磁場 B 順向排列能量最低，反向排列能量最高。

有了這些瞭解之後，來看看原子核的磁性。我在課堂上提到核在一個位於 z 軸的磁場 B 的狀態可以用一個陀螺的運轉來想像，但是核的角動量是量子化的，因此連帶的核之磁矩亦是量子化的，其在 z 軸上的向量 μ_z 有以下關係：

$$\mu_z = \gamma \hbar m_l$$

上式中 γ 為 magnetogyric ratio，是必須用實驗來求得，與核種有關； $\hbar = h/2\pi$ (h is Plank constant)；且

$$m_l = I, I-1, \dots, -I \quad I \text{ may be integer or half-integer but is never negative}$$

I 稱為 spin quantum number， m_l 稱為 magnetic quantum number。

按上述能量定義，每一個 μ_z 對應的能量 $E_{m_l} = -\mu_z B = -\gamma \hbar m_l B$

最後定性的來看，當我們說一個核具有 magnetic moment 時，代表這個核就好像是一塊小磁鐵一般。