

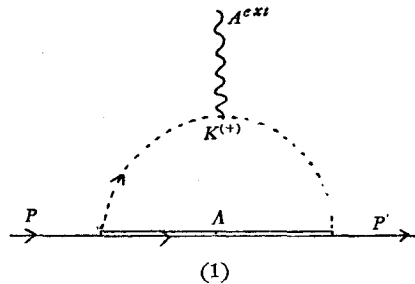
## 奇異粒子对核子磁矩的貢獻\*

宮 学 惠  
(南开大学)

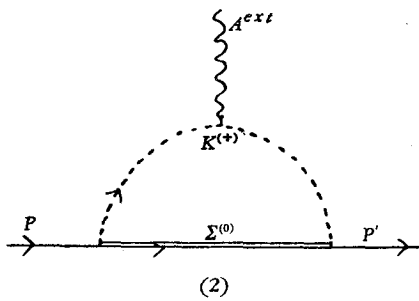
根据狄拉克相对論量子力学，关于質子必有一核子磁矩 ( $\mu_n = \frac{e\hbar}{2MC}$ ) 而中子磁矩必为零。但是实验結果則不然。我們发现了質子磁矩为  $2.7896\mu_n$  而中子磁矩为  $-1.9103\mu_n$ ，显然看出，各有  $1.7896\mu_n$  和  $-1.9103\mu_n$  的偏差，其偏差普通我們称它为核子反常磁矩。过去曾有許多人，根据近年发展起来的介子場理論，对此进行了一系列的理論分析工作，然而除了符号正确之外都沒有得到数值上的令人滿意結果<sup>[1]</sup>。最近 S. N. Gupta<sup>[2]</sup> 計算了奇異粒子对核子磁矩的貢獻，并导入一个中性标量  $\rho^0$ -介子进行修正  $\pi$ -介子对核子磁矩的貢獻，得出比較有趣的結論。但是他在計算过程中，忽視了中間态的各种奇異粒子的不同質量。这篇短文的目的是：使用 Salam<sup>[3]</sup> 所提出的強相互作用哈氏函数，并考虑各种奇異粒子的不同質量而算出的結果和 Gupta 結果相比較。

### 計 算

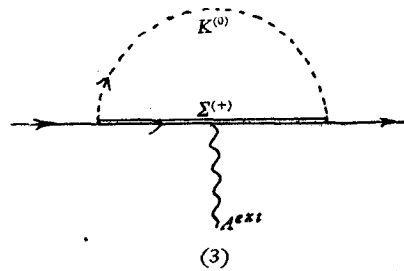
有关質子磁矩的  
費曼图形如下：



$$J_{\Lambda}^B = \frac{1}{2} B_1(\Lambda, g_{\Lambda})$$



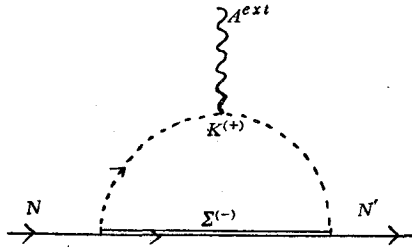
$$J_{\Sigma^{(0)}}^B = \frac{1}{2} B_1(\Sigma^{(0)}, g_{\Sigma^{(0)}})$$



$$J_{\Sigma^{(+)}}^B = B_2(\Sigma^{(+)}, g_{\Sigma^{(+)}})$$

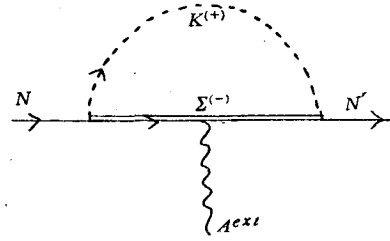
\*1959年10月26日收到。

有关中子磁矩的费曼图形如下:



(4)

$$J_{\Sigma(-)}^B = B_1(\Sigma(-), g_{\Sigma(-)})$$



(5)

$$J_{\Sigma(-)}^F = B_2(\Sigma(-), g_{\Sigma(-)})$$

因为核子与各种奇异粒子之间的强相互作用尚未得出决定性的规定,同时为简单起见,我们采取  $g_A = g_{\Sigma(0)} = g_{\Sigma(-)} = g_{\Sigma(+)} = g$ , 并且又采取  $m_{\Sigma(0)} = m_{\Sigma(-)} = m_{\Sigma(+)} = m_{\Sigma}(m_{\Sigma}; \Sigma\text{-粒子的质量})$ , 所以对质子和中子磁矩的表式各有

$$\mu_P(s) = \left(\frac{g^2}{4\pi}\right) \left(\frac{e}{2\kappa}\right) \frac{1}{\pi} [J_A^B + J_{\Sigma}^B - J_{\Sigma}^F],$$

$$\mu_N(s) = \left(\frac{g^2}{4\pi}\right) \left(\frac{e}{2\kappa}\right) \frac{1}{\pi} [2J_{\Sigma}^B + J_{\Sigma}^F]$$

但

$$\hbar = c = 1,$$

$\kappa$ : 核子质量

$$\begin{aligned} B_1 &= \int_0^1 dx \int_0^x dy \frac{\kappa[m_A - \kappa(1-y)]y}{[\kappa^2 y^2 + (m_A^2 - \kappa^2)y + \mu^2(1-y)]} = \\ &= \frac{1}{2} - \left(\frac{1}{\gamma} - \frac{1}{\gamma^2} + \lambda^2\right) - \frac{1}{2} \left[ \left(2 - \frac{1}{\gamma} + b\right)b + \left(1 - \frac{1}{\gamma} - \lambda^2\right) \right] \ln \frac{1}{\gamma^2 \lambda^2} + \\ &+ \left[ \frac{b}{2} \left\{ \left(2 - \frac{1}{\gamma} + b\right)b + \left(1 - \frac{1}{\gamma} - \lambda^2\right) \right\} - \lambda^2 \left(2 - \frac{1}{\gamma} + b\right) \right] \times \\ &\times \frac{2}{\left[4\lambda^2 - \left(\frac{1}{\gamma^2} - \lambda^2 - 1\right)\right]^{1/2}} \cos^{-1} \frac{\left(\frac{1}{\gamma^2} + \lambda^2 - 1\right)}{2\left(\frac{1}{\gamma^2} \lambda^2\right)^{1/2}}, \end{aligned}$$

$$b = \frac{1}{\gamma^2} - \lambda^2 - 1, \quad \gamma = \frac{\kappa}{m_A}, \quad \lambda = \frac{\mu}{\kappa}$$

$m_A$ : A-粒子质量

$\mu$ :  $\kappa$ -粒子质量

$$\begin{aligned} B_2 &= \int_0^1 dx \int_0^x dy \frac{\kappa[\kappa x^2 + (m_{\Sigma} - \kappa)x]}{[\kappa^2 x^2 + (m_{\Sigma}^2 - \kappa^2)x + \mu^2(1-x)]} = \frac{1}{2} - \left(a + \frac{1}{\delta} - 1\right) + \\ &+ \frac{a^2 + \frac{a}{\delta} - a - \lambda^2}{2} \ln \frac{1}{\lambda^2 \delta^2} + \left[ \left(a + \frac{1}{\delta} - 1\right) \lambda^2 - \right. \end{aligned}$$

$$-\frac{a}{2} \left( a^2 + \frac{a}{\delta} - a - \lambda^2 \right) \left[ 4\lambda^2 - \left( \frac{1}{\delta^2} - \lambda^2 - 1 \right)^2 \right]^{1/2} \cos^{-1} \frac{\left( \frac{1}{\delta^2} + \lambda^2 - 1 \right)}{2 \left( \frac{1}{\delta^2} \lambda^2 \right)^{1/2}},$$

$$a = \frac{1}{\delta^2} - \lambda^2 - 1, \quad \delta = \frac{\kappa}{m_\Sigma}, \quad \lambda = \frac{\mu}{\kappa}$$

### 結 論

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{\mu}{\kappa} = 0.5 \\ \gamma = \frac{\kappa}{m_\Lambda} = 0.84 \end{array} \right\}, \quad J_\Lambda^B = \frac{1}{2} B_1(\Lambda) \approx 0.086;$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{\mu}{\kappa} = 0.5 \\ \gamma = \frac{\kappa}{m_\Sigma} = 0.8 \end{array} \right\}, \quad J_\Sigma^B = \frac{1}{2} B_1(\Sigma) \approx 0.1;$$

$$\left. \begin{array}{l} \gamma = \frac{\mu}{\kappa} = 0.5 \\ \delta = \frac{\kappa}{m_\Sigma} = 0.8 \end{array} \right\}, \quad J_\Sigma^K = B_2(\Sigma) \approx 0.142.$$

這樣我們得到奇異粒子對核子磁矩的貢獻各有：

$$\mu_p(s) = \left( \frac{g^2}{4\pi} \right) \left( \frac{e}{2\kappa} \right) \times 0.014,$$

$$\mu_N(s) = \left( \frac{g^2}{4\pi} \right) \left( \frac{e}{2\kappa} \right) \times 0.11.$$

為要和 Gupta 的結果進行比較，有關  $\pi$ -介子和中性標量  $\rho^0$ -介子對核子磁矩的貢獻，這裡採用 Gupta 所使用的數值。於是寫成

$$\mu_p = \mu_p(\pi + \rho^0 + s) = 0.17 \left( \frac{G^2}{4\pi} \right) \frac{e}{2\kappa} + 0.014 \left( \frac{g^2}{4\pi} \right) \frac{e}{2\kappa},$$

$$\mu_N = \mu_N(\pi + s) = -0.26 \left( \frac{G^2}{4\pi} \right) \frac{e}{2\kappa} + 0.11 \left( \frac{g^2}{4\pi} \right) \frac{e}{2\kappa}.$$

如果  $\mu_p$  和  $\mu_N$  採用實驗值，那麼由上面二式，我們求得在考慮中間態的各種奇異粒子不同質量的情況下的耦合常數：

$$\frac{G^2}{4\pi} \approx 10, \quad \frac{g^2}{4\pi} \approx 6.6.$$

但  $G$  為  $\pi$ -介子， $\rho^0$ -介子與核子之間的耦合常數。另一方，忽視不同質量 ( $\kappa = m_\Lambda = m_\Sigma$ ) 情況下的 Gupta 結果：

$$\frac{G^2}{4\pi} \approx 13.8, \quad \frac{g^2}{4\pi} \approx 9.3,$$

二者之間大約有 3~4 的差別。

最后謹向原子核教研組核心組同志对此工作的关怀,致以衷心的感謝。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Nakabayashi, K., Sato, I. and Akiba, T., *Prog. Theor. Phys.* **12** (1954), 205 L.
- [ 2 ] Gupta, S. N., *Phys. Rev.* **111** (1958), 1432.
- [ 3 ] Salam, *Nuclear Phys.* **3** (1957), 446.

## STRANGE PARTICLES CONTRIBUTION TO THE MAGNETIC MOMENTS OF THE NUCLEON

KUNG HSÜCH-HUI  
(*Nankai University*)

### ABSTRACT

In this paper we have calculated the anomalous moment of the nucleon with different mass of the strange particles and compared our calculation with the S. N. Gupta's result which is obtained by taking no account of the different mass effect of the strange particles.