

關於中子磁矩的計算

田 渠

(西北大學物理系)

ON THE MAGNETIC MOMENT OF NEUTRON

TIEN CHÜ

(Physics Department, North-eastern University)

中子對於電爲中性,但是中子有磁矩。我們知道:一切磁性是和電荷運動分不開的。因此我們假設中子是由一個荷正電的小球,外面緊密包着一個荷負電的球殼所構成。正電荷均勻分佈於小球體積之內,負電荷則均勻分佈於球殼的表面上,它的絕對值相等,所以仍爲中性。它們團結在一起,繞着通過球心的一條軸線轉動。我們還可以假設荷正電的小球就是質子。根據這個假設,我們可以算出中子磁矩和質子磁矩的比率,所得結果和實驗所得結果頗相近。我的計算如下:

先假設這個小球和球殼的半徑都是 R , 自轉角速度都是 ω , 由於自轉所產生的元磁矩爲

$$d\mu = A di = \frac{A\omega}{2\pi} dq$$

式中 dq 是一個小帶或小環中所包含的電荷, A 是由這個小帶或小環所限的面積。我們先計算質子的磁矩:

我們把小質子球截成和 y 軸爲正交, 以及厚度爲 dy 的小圓片如圖 1 所示。由球心引到這個小圓片邊沿的直線 OA 和 y 軸所作的角度爲 θ , 那麼這個小圓片的半徑將爲 $R \sin \theta$ 。在這個小圓片內取一個小環, 它

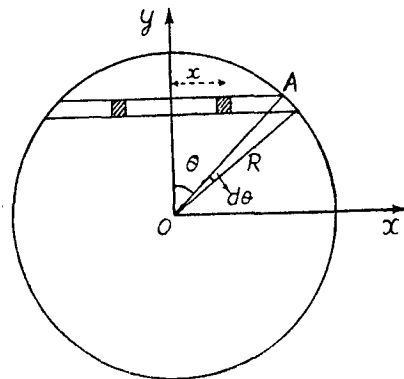


圖 1

的半徑為 x 至 $x + dx$, 被小環所限制的面積將為 πx^2 , 由於小圓片隨着球體轉動, 這個小圓片將有一元磁矩

$$d\mu_+ = \frac{\omega}{2\pi} \rho_v dy \int_0^{R \sin \theta} \pi x^2 \times 2\pi x dx \quad (1)$$

式中 $\rho_v \left(= \frac{e}{\frac{4}{3}\pi R^3} \right)$ 表示正電荷的體積密度。

把 (1) 式積分, 可以求得

$$d\mu_+ = \frac{3\omega e}{16} R \sin^4 \theta dy.$$

由於 $y = R \cos \theta$, 及 $dy = R d \cos \theta$, 可以求得質子的磁矩:

$$\mu_+ = 2 \times \frac{3\omega e}{16} R^2 \int_{\pi/2}^0 \sin^4 \theta d \cos \theta = \frac{\omega e}{5} R^2,$$

它的方向和自轉機械矩的方向相同。

我們現在來計算由荷負電的球殼轉動時所生的磁矩:

在球殼上, 電荷的表面密度為 $\rho_s = \frac{-e}{4\pi R^2}$. 我們把球殼分為小帶如圖 2 所示, 小帶的面積將為 $2\pi R^2 \sin \theta d\theta$, 被小帶所限制的圓面積將為 $\pi R^2 \sin^2 \theta$, 結果小帶隨殼轉動時所發生的元磁矩為

$$d\mu_- = -\frac{\omega}{2\pi} \times \frac{e}{4\pi R^2} \times \pi R^2 \sin^2 \theta \times 2\pi R^2 \sin \theta d\theta,$$

上式積分後可得

$$\mu_- = -\frac{\omega e}{3} R^2;$$

它的方向應該和自轉機械矩的方向相反。

中子的磁矩將為

$$\mu_n = \mu_+ + \mu_- = -\frac{2\omega e}{15} R^2.$$

由上述理論可以求得中子磁矩和質子磁

矩的比值為

$$\left(\frac{\mu_n}{\mu_+} \right)_{\text{理論值}} = -\frac{2}{3}.$$

實驗方面所求得的比值為

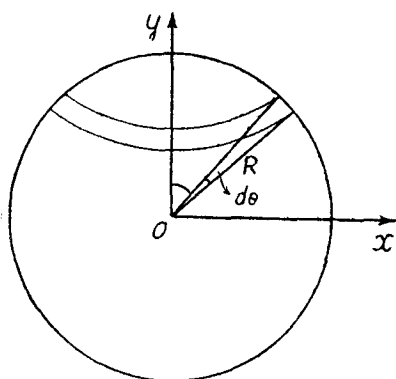


圖 2

$$\left(\frac{\mu_n}{\mu_p}\right)_{\text{實驗值}} = -\frac{1.9103}{2.7896}.$$

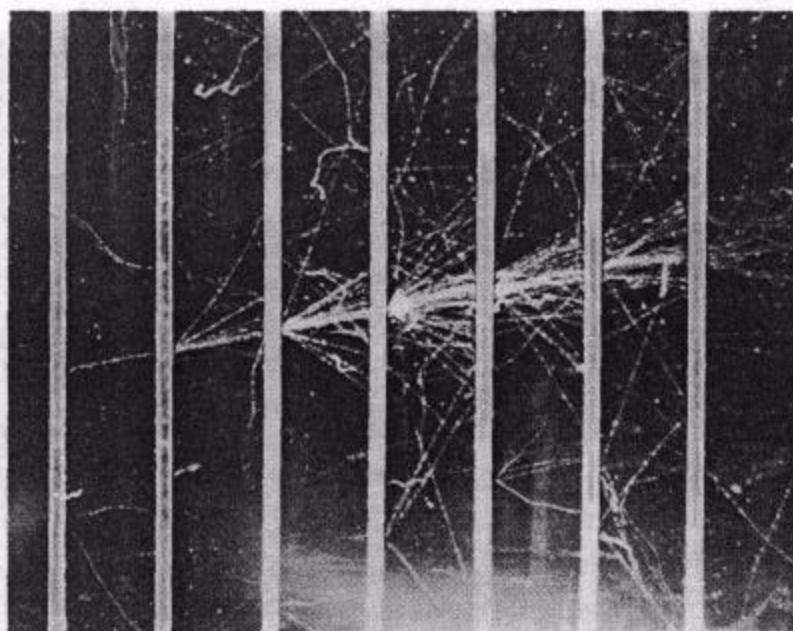
這兩個比值是十分接近的，它們僅有頗小的差異。如果實驗結果有足夠的精確度，這個差異不能忽略時，我們可以假設負電球殼的半徑 R_2 比正電小球的半徑 R_1 稍大，它們的比值約為

$$\frac{R_2}{R_1} = 1.005.$$

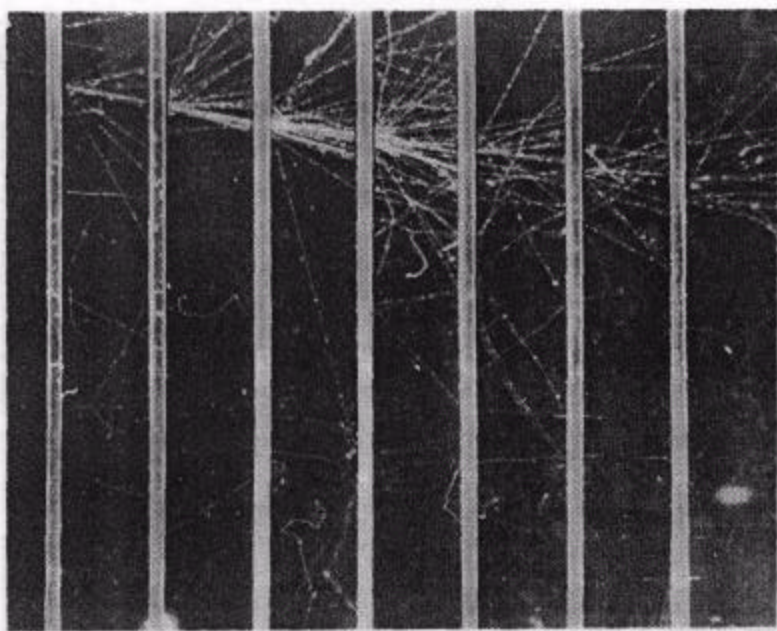
更 正

- (一) 物理學報第 11 卷第 4 期研究簡報欄內劉益煥、謝國章、許振嘉的“銀鋅合金中的 β 相變”一文中有若干點須加更正如下：
- (1) 除外文題目外，文中 Ag-Zn 都應改為 AgZn；
 - (2) 文中 $\overset{\circ}{A}$ 都應改為 $\bar{k}X$ ；
 - (3) 第 369 頁上倒數第 6 行中 263°C 應改為 268°C 。
- (二) 最後一面的銅版插圖，圖 4 應和圖 6 調換。

圖版一 王淦昌、鄭仁圻、呂 敏：在鉛板裏發生的電子光子簇射



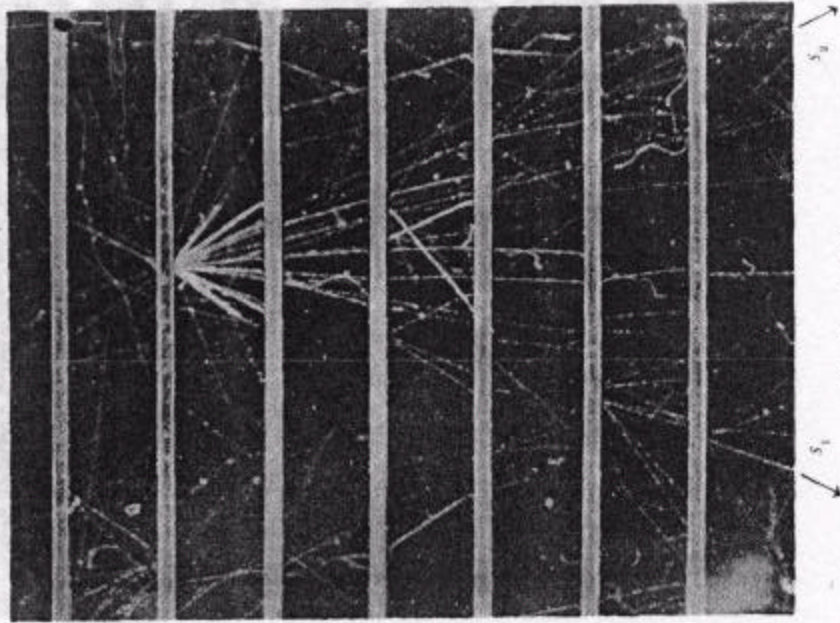
照片 (乙)



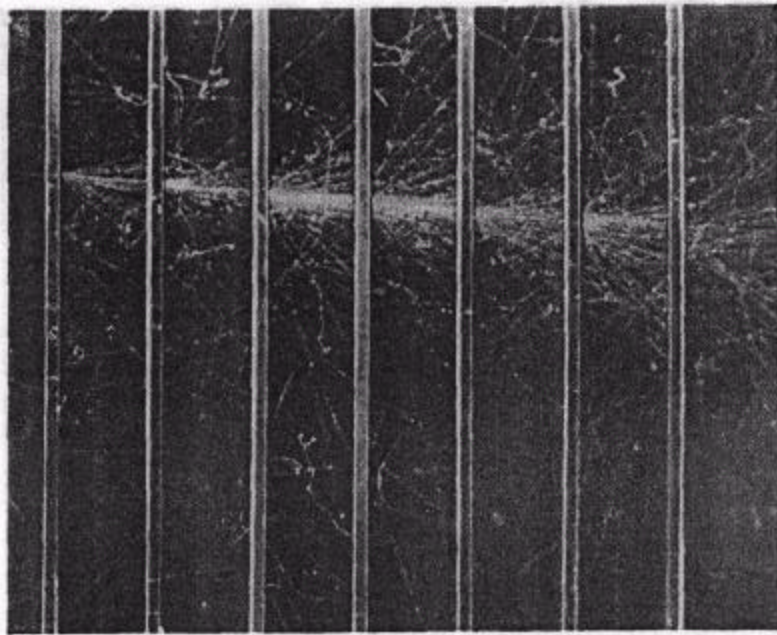
照片 (甲)

圖版二

王淦昌、鄭仁圻、呂 敏：在鉛板裏發生的電子-光子簇射



照片 (D)



照片 (C)