

EL SPIN TOTAL DE UN SISTEMA DE MAS DE 2 PARTICULAS

por MARIO BUNGE

El hecho experimental de la existencia del momento cuadrupolar del estado fundamental del deuterón⁽¹⁾ indica la acción de fuerzas, entre dos nucleones, del tipo⁽²⁾

$$R_{ik} = \frac{1}{2} (1 - i\beta^k\beta) (i\sigma r_{ik}) (k\sigma r_k) \quad (1)$$

$$S_{ik} = (i\sigma r_{ik}) (k\sigma r_{ik}). \quad (2)$$

Ambas fuerzas implican una interacción entre spin y órbita, y dejan constante — además de la clase total $-(i\beta + k\beta)$ y el momento angular total — el cuadrado de la suma de los dos spins, o sea, el valor absoluto del spin total:

$$(\vec{i}\sigma + \vec{k}\sigma)^2 R_{ik} - R_{ik} (\vec{i}\sigma + \vec{k}\sigma)^2 = 0 \quad (3)$$

$$(\vec{i}\sigma + \vec{k}\sigma)^2 S_{ik} - S_{ik} (\vec{i}\sigma + \vec{k}\sigma)^2 = 0. \quad (4)$$

El spin total de un sistema de dos nucleones es, pues, una integral de su movimiento.

Es sabido que el estado fundamental del deuterón, debido a las fuerzas del tipo (1) y (2), debe ser una mezcla de estados S_1 y D_1 . Las relaciones (3) y (4) excluyen la posibilidad de la configuración 1P_1 — que implica un cambio del spin total — en la mezcla del estado fundamental. La configuración 3P_1 no interviene por las condiciones de simetría en las coordenadas espaciales.

(¹) KELLOG, RABI, RAMSAY and ZACHARIAS, *Phys. Rev.* 55, 318 (1939).

(²) M. BUNGE, *Una nueva representación de los tipos de fuerzas nucleares*; aparecerá próximamente en la "Revista de la Facultad de Ciencias Físicomatemáticas de La Plata".

Por otra parte, la contribución del estado P_1 al estado fundamental del deuterón, implicaría la existencia de un momento eléctrico bipolar. Los citados experimentos de Rabi y sus colaboradores confirman, pues, las relaciones (3) y (4) derivadas de (1) y (2).

Las relaciones (3) y (4) son de importancia para procesos de colisión entre *dos* nucleones. Como el spin total es una constante del movimiento, la colisión entre dos nucleones puede dar lugar a una inversión del spin *total*, pero no a la inversión del spin de una sola partícula. Este resultado concuerda con los cálculos hechos por Rodríguez Martins para un caso particular (3).

En el caso *general*, de un sistema de $n > 2$ nucleones, *no* hay conservación del spin total:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i \vec{\sigma}\right)^2 \cdot \sum_{i \neq k} R_k - \sum_{i \neq k} R_k \left(\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i \vec{\sigma}\right)^2 &= -2i \sum_{i,k,l=1}^n (i \alpha r_{ik})^l \vec{\sigma} ({}^k \alpha \wedge r_{ik}) \\ &= +2i \sum_{i,k,l=1}^n (i \alpha r_{ik}) r_{ik} (\alpha_k \wedge \alpha^l) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i \vec{\sigma}\right)^2 \cdot \sum_{i \neq k} S_k - \sum_{i \neq k} S_k \left(\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i \vec{\sigma}\right)^2 &= -2i \sum_{i,k,l=1}^n (i \sigma r_{ik})^l \vec{\sigma} ({}^k \sigma \wedge r_{ik}) \\ &= +2i \sum_{i,k,l=1}^n (i \sigma r_{ik}) r_{ik} ({}^k \sigma \wedge {}^l \sigma). \end{aligned} \quad (6)$$

Por lo tanto, en el caso de colisiones entre más de dos partículas — es decir, en choques en que intervienen núcleos compuestos por más de dos nucleones — puede ocurrir una inversión del spin de una sola partícula.

El autor agradece al Dr. Guido Beck (Observatorio Astronómico de la Nación, Córdoba) la valiosa ayuda que le ha prestado en este trabajo.

9 de mayo de 1944.

Instituto de Física - La Plata.

(3) G. BECK and J. L. RODRÍGUEZ MARTINS, *Phys. Rev.*, 62, 554 (1942).