

Mechanika Kwantowa - kurs duży

zestaw 5

grupa 1: poniedziałek 14.11.2012., godz. 14:05, sala 001B

grupa 2: wtorek 15.11.2012., godz. 10:15, sala 056

1. Hyperon Ω^- jest cząstką o spinie $3/2$ i tzw. wewnętrznej parzystości $+$. Ω^- rozpada się na bezspinowy mezon K^- o wewnętrznej parzystości $-$ i hyperon Λ^0 o spinie $1/2$ i wewnętrznej parzystości $+$:

$$\Omega^- \rightarrow K^- + \Lambda^0.$$

Jaką formę ma najogólniejszy rozkład kątowy mezonu K^- względem kierunku spinu Ω^- jeżeli spoczywający przed rozpadem hyperon Ω^- miał rzut spinu na oś z równy $3/2$? Jakie ograniczenia na ten rozkład narzuca zachowanie parzystości?

WSKAZÓWKA:

Po pierwsze trzeba sobie odpowiedzieć na pytanie co to jest rozkład kątowy. W tym celu należy skonstruować f. falową mezonu K^- i podnieść ją do kwadratu. Funkcja ta składa się z części spinowej i kątowej (funkcja kulista) złożonych odpowiednio przy pomocy wsp. Clebscha-Goradana na stan $|3/2, 3/2\rangle$. Takich funkcji mamy dwie i pełna f. falowa jest ich sumą z pewnymi (nieznanyymi) współczynnikami. Parzystość f. kulistej wynosi $(-)^l$ (dlaczego?). Jeżeli parzystość ma być zachowana to jeden z wymienionych wyżej współczynników musi się zerować. Za funkcje spinowe przyjąć unormowane wektory własne \hat{S}_3 :

$$\chi_{s=1/2}^{1/2} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \chi_{s=1/2}^{-1/2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

2. Korzystając z jawnej postaci funkcji kulistych wyliczyć następujące elementy macierzowe operatora wektora wodzącego $n_z = \cos \vartheta$:

$$\langle 1, 0 | n_z | 0, 0 \rangle, \quad \langle 2, 0 | n_z | 1, 0 \rangle.$$

Porównać z ogólnymi wzorami podanymi na wykładzie.

3. Rozważmy nienaładowaną cząstkę o spinie $1/2$, o momencie magnetycznym

$$\vec{\mu} = -2\mu_B \frac{1}{\hbar} \vec{S}$$

(\vec{S} jest operatorem spinu), która porusza się w nieskończonej studni potencjału $-L \leq x \leq L$. W części studni o $x \leq 0$ włączono pole magnetyczne skierowane wzdłuż osi z : $\vec{B}_I = (0, 0, B)$, zaś w drugiej części dla $x \geq 0$ pole skierowane wzdłuż osi x : $B_{II} = (B, 0, 0)$. Zakładając, że pole B jest słabe wyliczyć energie w rachunku zaburzeń.

WSKAZÓWKA: Najpierw trzeba wyliczyć poziomy i f. falowe bez pola. Przydatna całka

$$\int \sin^2 x \, dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x.$$