В.Г. Яічніцин

ДО ПИТАННЯ ПРО ПОХОДЖЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИМЕТРІЙ В ТЕОРІЇ ЕЛЕКТРОСЛАБКОЇ ВЗАЄМОДІЇ

В роботі пропонується можливе пояснення походження локальних внутрішніх симетрій в теорії електрослабкої взаємодії. Використовуються властивості переплітальних операторів для копредставлень групи Лоренца.

Стандартна теорія електрослабкої взаємодії має дві локальні групи внутрішніх симетрій: $v(1)$ – група гіперзаряду, $Sv(2)$ – група слабкого ізоспіну. В роботі пропонується можливе пояснення походження цих симетрій.

Існують два двокомпонентні незвідні представлення власної групи Лоренца – $d\left(\frac{1}{2},0\right)$ та $d\left(0,\frac{1}{2}\right)$, інфінітезимальні генератори яких дорівнюють:

$$M_j^{(1/2,\,0)} = \frac{1}{2}i\delta_j\,, \quad M_j^{(0,1/2)} = \frac{1}{2}i\delta_j \qquad \text{– для тривимірного обертання;}$$

$$N_j^{(1/2,\,0)} = \frac{1}{2}\delta_j\,, \quad N_j^{(1/2,\,0)} = -\frac{1}{2}\delta_j \qquad \text{– для бустів,}$$

де δ_j – матриці Паулі.

Доповнюємо власну групу Лоренца вігнерівською операцією обернення часу. Розглянемо два типи копредставлень групи Лоренца. Перший тип – коли обидва незвідні представлення, які входять у копредставлення, нееквівалентні:

$$D_1 = \begin{pmatrix} d(1/2,0) & 0 \\ 0 & d(0,1/2) \end{pmatrix}.$$

Матриця, яка представляє операцію обернення часу, в цьому випадку дорівнює

$$\Theta_1 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

де I – дворядна одинична матриця.

Другий тип копредставлення, коли обидва незвідні представлення, які входять у копредставлення, однакові:

$$D_2 = \begin{pmatrix} d(1/2,0) & 0 \\ 0 & d(1/2,0) \end{pmatrix}.$$

Матриця, яка представляє операцію обернення часу, в цьому випадку дорівнює

$$\Theta_2 = \begin{pmatrix} 0 & \delta_2 \\ -\delta_2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Переплітальний оператор в першому випадку дорівнює

$$C \bullet \begin{pmatrix} 0 & I \\ I & 0 \end{pmatrix},$$

де C – комплексне число. З умови унітарності одержимо, що $C = e^{i\varphi}$, де φ – дійсне число. Перетворення виду $C = e^{i\varphi}$ є група $v(1)$.

У другому випадку переплітальний оператор дорівнює

$$\begin{pmatrix} a & b \\ -b^* & a^* \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix},$$

де a, b – комплексні числа.

Нормуючи визначник матриці на одиницю $|a|^2 + |b|^2 = 1$, одержимо, що переплітальний оператор у цьому випадку дорівнює прямій сумі двох копій власних представлень групи $Sv(2)$.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Вігнер Е.* Теорія груп. – М.: ІЛ, 1961.

ЯІЧНІЦИН Віктор Геннадійович – кандидат фізико-математичних наук кафедри фізики і хімії Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– фізика елементарних частинок.