ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АРМЕНИИ

Том 99 1999 №4

ФИЗИКА

УДК 539.12.01

Н. А. Корхмазян, Н. Н. Корхмазян

Проблема кварк-лептонной симметрии

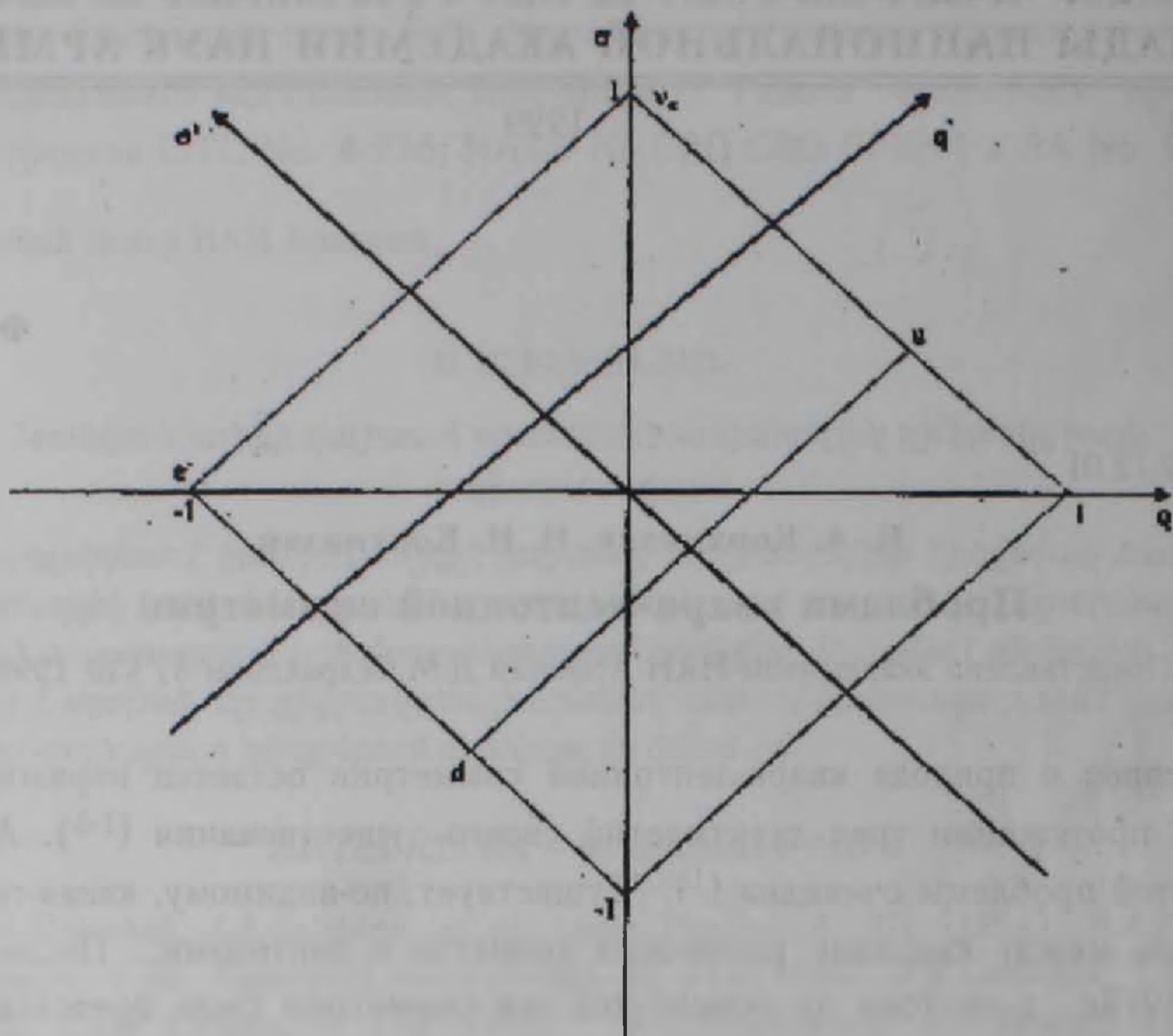
(Представлено академиком НАН Армении Д.М.Седракяном 6/VIII 1999)

Вопрос о природе кварк-лептонной симметрии остается неразгаданным уже на протяжении трех десятилетий своего существования ([1-3]). Актуальность этой проблемы очевидна ([1]): "Существует, по-видимому, какая-то глубокая связь между кварками различных ароматов и лептонами... После открытия в 1975г. τ-лептона на основе той же симметрии было предсказано существование b- и t-кварков". Таким образом, выяснение природы этой симметрии является одной из важнейших задач физики. Проблема, которая стоит перед нами, состоит в том, чтобы найти ту внутреннюю симметрию частиц, вследствие которой в каждом кварк-лептонном поколении обязательно должна быть пара лептонов и пара кварков. В работе ([4]) всем кваркам приписывается новое аддитивное квантовое число – σ, для которого имеет место закон сохранения, что, в свою очередь, приводит к закону сохранения разности барионного и лептонного чисел. Если q – заряд кварка, то σ-числа для кварка и антикварка определяются по формулам

$$\sigma = q - \frac{1}{3}, \ \ \tilde{\sigma} = \tilde{q} + \frac{1}{3}. \tag{1}$$

На плоскости (q,σ) кварки и лептоны размещаются симметричным образом по обеим сторонам двух прямых $\sigma = -q$ и $\sigma = q + \frac{1}{3}$, как показано на рисунке. Назовем эту симметрию для краткости $q\sigma$-симметрией. Перейдем к новой системе координат (q',σ'), начало которой находится в центре прямоугольника $ev_e ud$, а оси направлены вдоль указанных прямых. Связь со старыми координатами дается формулами

$$q' = \frac{1}{\sqrt{2}} q + \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma, \ \ \sigma' = -\frac{1}{\sqrt{2}} q + \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma - \frac{1}{3\sqrt{2}}. \tag{2}$$



Вершинами нашего прямоугольника будут:

$$e\left(-\frac{1}{\sqrt{2}},\frac{\sqrt{2}}{3}\right);\ v_e\left(\frac{1}{\sqrt{2}},\frac{\sqrt{2}}{3}\right);\ u\left(\frac{1}{\sqrt{2}},-\frac{\sqrt{2}}{3}\right);\ d\left(-\frac{1}{\sqrt{2}},-\frac{\sqrt{2}}{3}\right). \qquad (3)$$

Если частицу характеризовать по координатам (q',σ'), то для прямоугольника имеют место преобразования симметрии, которые преобразовывают четыре частицы одного поколения в "самих себя". Эти преобразования образуют группу с элементами:

E – тождественное преобразование, поворот вокруг оси z (третья ось) на угол 2π;

A – поворот вокруг оси σ' на угол π;

B – поворот вокруг оси q' на угол π;

C – поворот вокруг оси z на угол π.

Для этих элементов имеем групповую таблицу умножения:

	E	A	B	C
E	E	A	B	C
A	A	E	C	B
B	B	C	E	A
C	C	B	A	E

Под умножением понимаем последовательное применение соответствующих операций.

Кроме того, все элементы имеют порядок 2 (кроме единичного элемента E), так как $\chi^2 = E$ и $\chi^{-1} = \chi$, где χ – произвольный элемент группы. Таким образом, совокупность элементов E, A, B, C на самом деле образует группу, причем, как видно из таблицы, эта группа является абелевой.

Преобразование правильного n-угольника в "самого себя" осуществляется при помощи матриц ([5]):

$$D_k = \begin{pmatrix} \cos\frac{2\pi k}{n}, & \sin\frac{2\pi k}{n} \\ -\sin\frac{2\pi k}{n}, & \cos\frac{2\pi k}{n} \end{pmatrix}; \quad U_k = \begin{pmatrix} -\cos\frac{2\pi k}{n}, & \sin\frac{2\pi k}{n} \\ \sin\frac{2\pi k}{n}, & \cos\frac{2\pi k}{n} \end{pmatrix}, \tag{4}$$

где $k = 0,1,2,\ldots,n-1$.

Эти $2n$-матрицы образуют группу порядка $2n$, известную как группу диэдра. 4-группа с $n = 2$ является простейшим примером группы диэдра:

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \; A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}; \; B = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \; C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}. \tag{5}$$

Так как наша группа изоморфна 4-группе диэдра, то представление (5) является матричным представлением нашей группы. Таким образом, мы приходим к заключению, что если частицы одного поколения распределены на плоскости (q', σ') в вершинах прямоугольника (3), то это распределение подчиняется преобразованиям симметрии, определяемым группой (5). Легко доказать и обратное утверждение, что если распределение частиц на плоскости (q', σ') подчиняется преобразованиям симметрии, определяемым группой (5), и если у одной из частиц имеются координаты, совпадающие с координатами какой-либо частицы из (3), то должны существовать еще три (и только три, без учета цвета кварков) частицы с остальными координатами из (3).

Резюмируя, можно сказать, что природа кварк-лептонной симметрии исходит из $q\sigma$-симметрии, которая, в свою очередь, обязана новому квантовому числу σ, предложенному в работе ([4]). Другими словами, природа кварк-лептонной симметрии состоит в том, что для частиц одного поколения существует группа преобразования симметрии, представляемая 4-группой диэдра.

Армянский педагогический университет им. Х.Абовяна

Ն. Ա. ԳՈՐԽՄԱԶՅԱՆ, Ն. Ն. ԳՈՐԽՄԱԶՅԱՆ

Քվարկ-լեպտոնային համաչափության խնդիրը

Քվարկ-լեպտոնային համաչափության բնույթը, իր գոյության երեսուն տարիների ընթացքում, չի բացահայտված ([1-3])*։ Խնդիրը կայանում է նրանում, որ պետք է*

գտնվի մասնիկների այն ներքին համաչափությունը, որի շնորհիվ քվարկ-լեպտոնային յուրաքանչյուր սերունդ պարունակում է երկու լեպտոն և երկու քվարկ (վերին և ներքին)

Օգտվելով ([4]) աշխատանքում ներմուծված σ պահպանվող նոր քվանտային թվից, ցույց է տրված, որ քվարկ-լեպտոնային մեկ սերնդի մասնիկները ենթարկվում են դիէդրի 4-խմբով ներկայացվող համաչափության ձևափոխություններին:

ЛИТЕРАТУРА – ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Л.Б.Окунь*, Физика элементарных частиц, М., Наука, 1987. [2] *Ф.Хелзен, А.Мартин*, Кварки и лептоны, М., Мир, 1987. [3] Современная теория элементарных частиц, М., Наука, 1984. [4] *Н.А.Корхманян*, ДНАН Армении, т.99, №2, с.182-185 (1999). [5] *Е.Вигнер*, Теория групп, М., ИЛ, 1961.