

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ  
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР  
(25—26 мая 1983 г.)**

25 и 26 мая 1983 г. в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

*25 мая*

1. Е. Б. Александров, А. А. Ансельм, Ю. В. Павлов, Р. М. Умарходжаев. Ограничение величины гипотетического фундаментального дальнего действия между спинами в эксперименте с ядрами ртути.

2. Д. А. Киржниц, Ф. М. Пеньков. Кулоновское взаимодействие составных частиц.

*26 мая*

3. М. М. Макаров, Г. З. Обрант, В. В. Саранцев. Развал дейтона  $\pi$ -мезонами при промежуточных энергиях.

4. Ю. Р. Гисматуллин, В. И. Остроумов. Механизм эмиссии протонов при неупругом рассеянии  $\pi$ - и  $K$ -мезонов промежуточных энергий.

Краткое содержание докладов публикуется ниже.

539.12.61(048)

Е. Б. Александров, А. А. Ансельм, Ю. В. Павлов, Р. М. Умарходжаев. Ограничение величины гипотетического фундаментального дальнего действия между спинами в эксперименте с ядрами ртути. Различные варианты расширения «стандартной модели» электрослабого взаимодействия (суперсимметрия, великое объединение, включение горизонтальной симметрии) могут приводить к сложной хиггсовской структуре теории. При этом становится возможным существование физических безмассовых голдстоуновских бозонов, связанных со спонтанным нарушением возможных добавочных глобальных симметрий теории<sup>1</sup> (такие симметрии могут присутствовать, если, например, хиггсовские бозоны являются в действительности составными, подобно тому, как это имеет место в моделях техницвета). Обмен безмассовой псевдоскалярной голдстоуновской частицей — «арионом» — между фермионами (кварками и лептонами) приводит к появлению между ними зависящих от спина сил, подобных дипольному магнитному взаимодействию спинов:

$$V(r) = x_1 x_2 \left( \frac{G_F}{8\pi \sqrt{2}} \right) \frac{1}{r^3} [\sigma_1 \sigma_2 - 3(\sigma_{1n})(\sigma_{2n})];$$

здесь  $r$  — расстояние между частицами,  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  их спины,  $n = r/|r|$ ,  $G_F$  — константа слабого фермиевского взаимодействия,  $x_1$  и  $x_2$  — безразмерные параметры, зависящие от деталей рассматриваемой модели (в простейших вариантах порядка единицы).

Для детектирования арионного взаимодействия можно использовать любые методы обнаружения слабого магнитного поля в эксперименте, в котором присутствуют ориентированные спины, если создаваемые ими истинные магнитные поля надежно заэкранированы (например, с помощью сверхпроводящей защиты<sup>2</sup>), либо контролируются с большой точностью. Ниже кратко описана первая попытка экспериментального обнаружения арионного взаимодействия.

С целью выделения арионного взаимодействия спинов на фоне много более мощного магнитного взаимодействия, было предпринято измерение отношения частот прецессии во внешних полях ядер двух сортов с различными гиромагнитными отношениями  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ . Пока на ядра действует только магнитное поле, отношение частот прецессии по определению равно  $\gamma_1/\gamma_2$  независимо от величины поля. Если ядра помещены в поле поляризованного ферромагнетика, то на них помимо магнитного поля ориентированных электронных спинов будет действовать арионное поле этих же спинов. Приращения частот прецессии ядер 1 и 2 в арионном поле в общем случае отнюдь не пропорциональны  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$ , а потому в поле постоянного магнита отношение частот прецессии ядер уже не будет равно  $\gamma_1/\gamma_2$ . В качестве объекта эксперимента был использован атомарный пар смеси изотопов ртути 199 и 201. Для них известна эффективная тех-

ника оптической ориентации ядер<sup>3</sup>, с помощью которой отношение  $\gamma_1/\gamma_2$  удастся измерять с точностью до 8—9 значащих цифр<sup>4</sup>.

Источником арионного поля служил пермаллоевый экран. Внутри него помещались объем с парами ртути и обмотка для создания вспомогательного магнитного поля  $H_0 \sim 0,1$  Э, в котором производилось начальное измерение отношения  $\gamma_1/\gamma_2$  частот прецессии ядер. Затем экран намагничивался внешним полем  $H_\alpha \parallel H_0$  ( $H_\alpha \sim 100$  Э). При этом на ядра ртути воздействовало арионное поле поляризованных электронных спинов экрана, в то время как магнитные поля этих спинов и внешнего индуктора компенсировали друг друга с точностью до малой величины  $H_\alpha/k$ , где  $k \gg 1$  — коэффициент экранирования. Таким образом, за счет проникающего сквозь экран магнитного поля  $H_\alpha/k$  частоты прецессии ядер менялись незначительно, что облегчало прецизионное измерение их отношения.

В эксперименте арионное взаимодействие не было обнаружено. Достигнутая точность позволяет утверждать, что магнитное взаимодействие ядер ртути 199 со спинами электронов по крайней мере в  $10^{11}$  раз сильнее, чем гипотетическое арионное. Здесь  $\lambda$  — параметр, вычисляемый при известной волновой функции ядра:

$$\lambda = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} - \frac{\langle {}^{201}\text{Hg} | \hat{\Sigma} | {}^{201}\text{Hg} \rangle}{\langle {}^{199}\text{Hg} | \hat{\Sigma} | {}^{199}\text{Hg} \rangle}, \quad \hat{\Sigma} = \sum_p \sigma_p - \sum_n \sigma_n.$$

Суммирование в операторе  $\hat{\Sigma}$  производится по протонам и нейтронам соответствующего ядра. Использование грубой модели для ядра ртути дает  $\lambda = 0,1$ . В терминах, введенных выше параметров  $x_i$ , полученное ограничение на произведение  $x_e x_q$  для электронов и кварков имеет вид:

$$x_e x_q < 2,5 \cdot 10^{-3}.$$

В дальнейшем предполагается повторить эксперимент с другой парой фермионов, допускающей более надежный расчет параметра  $\lambda$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Anselm A. A., Uraltzev N. G. — Phys. Lett. Ser. B, 1982, v. 114, p. 39.
2. Ансельм А. А. — Письма ЖЭТФ, 1982, т. 36, с. 46.
3. Cagnac B. — Ibid. Ann. de Phys., 1961, t. 6, p. 467.
4. Lehmann J. C., Barbé R. — C. R. Ac. Sci., 1963, t. 257, p. 3152.