

В. 191

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

ЖЭТФ, письма 19/II-69  
1969, т. 9, в. 5, с. 299-301



P14 - 4268

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Б.В.Васильев

К ВОПРОСУ О ГРАВИТАЦИОННОМ МОМЕНТЕ  
ПРОТОНА

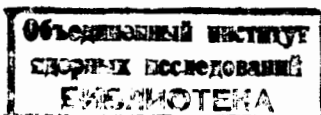
1969

P14 - 4268

Б. В. Васильев

К ВОПРОСУ О ГРАВИТАЦИОННОМ МОМЕНТЕ  
ПРОТОНА

Направлено в "Письма ЖЭТФ"



4683/2 up

Возможность существования у протона гравитационного момента, нарушающего СР -инвариантность, рассматривалась ранее теоретически /1,2,3/.

При наличии такого момента частота протонного магнитного резонанса зависит от направления магнитного поля, как это следует из вида гамильтониана взаимодействия /3/:

$$(\mu \vec{H} + \xi \vec{g}) \vec{\sigma} .$$

Здесь  $\mu$  и  $\xi$  - магнитный и гравитационный моменты протона, соответственно,  $\vec{H}$  - напряженность магнитного поля,  $\vec{g}$  - ускорение силы тяжести,  $\vec{\sigma}$  - спиновый оператор. Максимальное изменение частоты протонного магнитного резонанса, равное  $4\xi g / \hbar$ , должно иметь место при реверсировании вертикального магнитного поля.

Автор работы /4/ не нашел этого эффекта, однако он обнаружил, что среднее арифметическое значение частот протонного резонанса в полях, направленных вертикально вниз и вверх, отличается от среднего значения частоты резонанса в горизонтальных полях.

Согласно существующим представлениям, такой четный эффект с точностью до членов порядка  $(\xi g / \mu H)^2$  должен отсутствовать при любом значении гравитационного момента.

Эти, а также некоторые другие, не носящие принципиального характера, факты создают неуверенность в правильности результатов, полученных автором /4/, и вызывают необходимость их проверки.

Такая проверка была осуществлена путем измерения частот ЯМР в вертикальном и горизонтальном магнитных полях. Для этого использовалась методика проточного образца<sup>/5/</sup>, позволяющая наблюдать ЯМР в магнитных полях малой напряженности. В качестве проточной жидкости использовалась водопроводная вода. Поляризатором и анализатором служил один и тот же магнит, создававший поле, близкое к 4 кэ.

Проточный датчик имел объем примерно  $8 \text{ см}^3$  и был жестко связан с кольцами Гельмгольца, которые могли вращаться вокруг трех взаимно перпендикулярных осей.

Внешнее ("земное") магнитное поле в месте расположения проточного датчика компенсировалось двумя парами колец Гельмгольца, имевших диаметр около 1 метра. Компенсация контролировалась с точностью не хуже 1 мэ с помощью пермаллового датчика, который мог замещать проточный датчик.

Ширина резонанса на полувысоте в поле 0,1 эрстеда примерно равнялась 8 гц, однако частоту, соответствовавшую максимуму поглощения, можно было определить почти на порядок более точно. Измерения частоты производились пересчетным устройством. Результаты измерений приведены в таблице. В 1 столбце даны округленные значения магнитного поля, при которых наблюдался ЯМР. Во 2-ом, 3-ем, 4-ом и 5-ом столбцах приведены значения частот резонанса в магнитном поле, направленном вверх, вниз, "вправо" и "влево", соответственно. В столбцах 6-ом и 7-ом даны средние значения частот ЯМР в вертикальном и горизонтальном полях (в герцах). В последнем столбце приведена разность между средними значениями частот ЯМР в вертикальном и горизонтальном полях.

Таким образом, согласно нашим измерениям в магнитных полях, меньших одного эрстеда, эффект, описанный в работе<sup>/4/</sup>, не наблюдается.

Автор искренне признателен Ф.Л.Шапиро, Р.М.Рындиному, М.И.Подгорецкому и В.К.Игнатовичу за полезные обсуждения и В.Г.Симкину, Б.И.Киселеву, А.А.Лазареву и Г.Г.Артемьеву за помощь в проведении эксперимента.

#### Л и т е р а т у р а

1. И.Ю.Кобзарев, Л.Б.Окунь. ЖЭТФ, 43, 1904 (1962).
2. L.Leitner, S.Okubo. Phys. Rev., 136B, 1542 (1964).
3. L.B.Okun, C.Rubbia. Proc. of the Heidelberg Int. Conf. on Elem. Particles., 1967. Издание 1968 года, стр. 338.
4. Г.Е.Велюков. Письма в редакцию ЖЭТФ, 8, вып. 7, 372 (1968).
5. П.М.Бородин и др. Ядерный магнитный резонанс в земном поле. Изд. ЛГУ, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 января 1969 года.

Таблица

Н в эрстедах приближенно	$\nu_{\uparrow\uparrow}$	$\nu_{\uparrow\downarrow}$	$\nu_{\perp}$	$\nu_{\downarrow}$	$\langle \nu_{\parallel} \rangle$	$\langle \nu_{\perp} \rangle$	$\langle \nu_{\parallel} \rangle - \langle \nu_{\perp} \rangle$
0,1	$424,9 \pm 1,2$	$424,9 \pm 1,2$	$425,1 \pm 0,4$	$425,7 \pm 1,0$	$424,9 \pm 1,2$	$425,4 \pm 0,7$	$-0,5 \pm 1,9$
0,2	$848,9 \pm 1,4$	$848,8 \pm 1,1$	$853,0 \pm 0,8$	$841,9 \pm 0,5$	$847,8 \pm 1,3$	$847,5 \pm 0,7$	$+0,3 \pm 2,0$
0,4	$1700,1 \pm 0,2$	$1701,5 \pm 0,7$	$1698,8 \pm 0,8$	$1700,1 \pm 0,3$	$1700,8 \pm 0,5$	$1700,0 \pm 0,5$	$+0,8 \pm 1,0$