

К ВОПРОСУ О ГРАВИТАЦИОННОМ МОМЕНТЕ ПРОТОНА

Б.В.Васильев

Возможность существования у протона гравитационного момента, нарушающего CP -инвариантность, рассматривалась ранее теоретически [1 – 3].

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

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

Здесь μ и ξ – магнитный и гравитационный моменты протона, соответственно, H – напряженность магнитного поля, g – ускорение силы тяжести, $\hat{\sigma}$ – 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 [5], 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 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 м. 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 э примерно равнялась 8 ± 4 , однако частоту, соответствующую максимуму поглощения, можно было определить почти на порядок более точно. Измерения частоты производились пересчетным устройством. Результаты измерений

ν	$H, \text{ э}$ приближенно		
	0,1	0,2	0,3
$\nu_{\uparrow\uparrow}$	$424,9 \pm 1,2$	$846,9 \pm 1,4$	$1700,1 \pm 0,2$
$\nu_{\downarrow\downarrow}$	$424,9 \pm 1,2$	$848,8 \pm 1,1$	$1701,5 \pm 0,7$
ν_{\rightarrow}	$425,1 \pm 0,4$	$853,0 \pm 0,8$	$1699,8 \pm 0,6$
ν_{\leftarrow}	$425,7 \pm 1,0$	$841,9 \pm 0,5$	$1700,1 \pm 0,3$
$\langle \nu_{\uparrow} \rangle$	$424,9 \pm 1,2$	$847,8 \pm 1,3$	$1700,8 \pm 0,5$
$\langle \nu_{\downarrow} \rangle$	$425,4 \pm 0,7$	$847,5 \pm 0,7$	$1700,0 \pm 0,5$
$\langle \nu_{\uparrow} \rangle - \langle \nu_{\downarrow} \rangle$	$-0,5 \pm 1,9$	$+0,3 \pm 2,0$	$+0,8 \pm 1,0$

приведены в таблице. В 1-й строке приведены округленные значения магнитного поля, при которых наблюдался ЯМР. Во 2, 3, 4 и 5 строках приведены значения частот резонанса в магнитном поле, направленном вверх, вниз, "вправо" и "влево", соответственно. В строках 6 и 7 даны средние значения частот ЯМР в вертикальном и горизонтальном полях в герцах. В последней строке 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 [4], не наблюдается.

Автор искренне признателен Ф.Л.Шапиро, Р.М.Рындину, М.И.Подгорецкому и В.К.Игнатовичу за полезное обсуждение и В.Г.Симкину,

Б.И.Киселеву, А.А.Лазареву и Г.Г.Артемьеву за помощь в проведении эксперимента.

Объединенный
институт ядерных исследований

Поступило в редакцию
22 января 1969 г.

Литература

- [1] И.Ю.Кобзарев, Л.В.Окунь. ЖЭТФ, 43, 1904, 1962.
- [2] I. Leitner, S. Okubo. Phys. Rev., 136 B, 1542, 1964.
- [3] L. V. Okun', C. Rubbia. Proceedings of the Heidelberg International conference on elementary particles, 1967. Издание 1968 г., стр. 338.
- [4] Г.Е.Велюхов. Письма в ЖЭТФ, 8, 372, 1968.
- [5] П.М.Бородин и др. Ядерный магнитный резонанс в земном поле. Изд. ЛГУ, 1967.