

НАБЛЮДЕНИЕ МЮНУКЛОННОГО АТОМА ХЛОРА

*В.А.Башкиров, В.В.Говоров, Ю.П.Добрецов,
Б.А.Долгошеин, Б.Ш.Залиханов¹⁾, В.Г.Зинов¹⁾,
В.Г.Кириллов-Угрюмов, П.Л.Невский, А.Я.Смаков,
А.В.Сумароков, А.М.Рогожин*

Мюнуклонные атомы хлора, образовавшиеся при захвате поляризованных отрицательных мюонов атомами аргона в атмосфере газообразного аргона с примесью ксенона, наблюдались путем измерения частот прецессии его полного момента в поперечных относительно спина мюона магнитных полях 3,0 и 4,4 Гс. Коэффициент асимметрии электронов $\mu \rightarrow e$ распада оказался равным $0,059 \pm 0,012$.

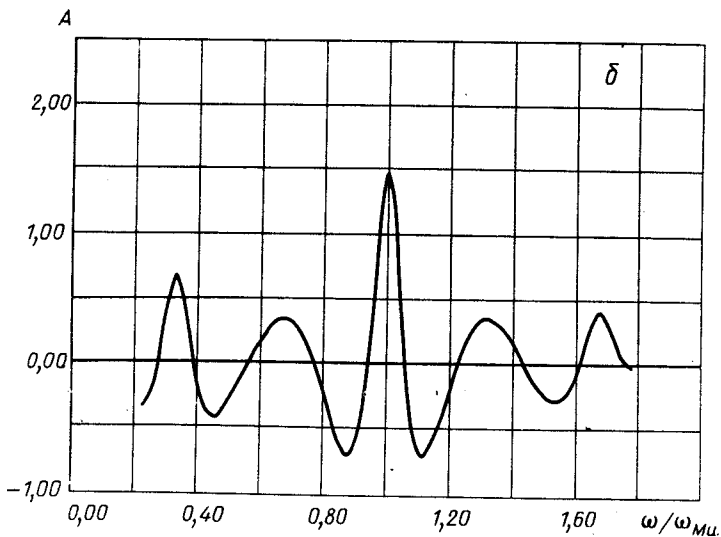
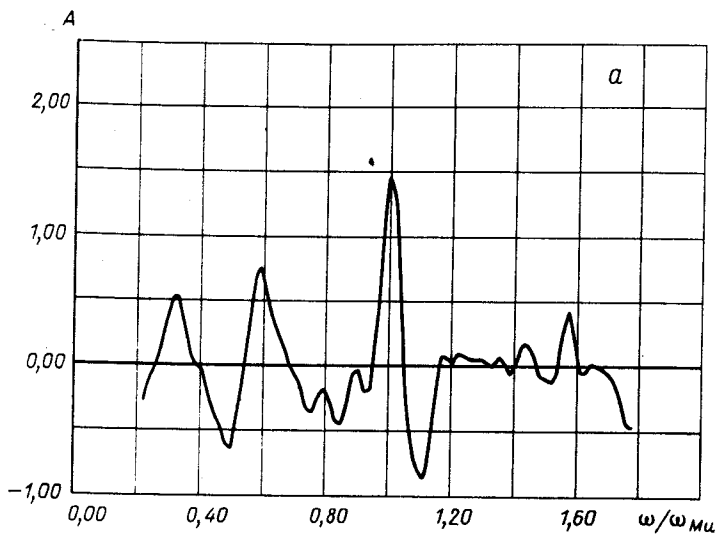
В настоящее время известны два эксперимента по обнаружению образования свободных мюнуклонных атомов [1, 3] – мю-мезоатомов с полностью заполненной электронной оболочкой. В первом из них был обнаружен мюнуклонный фтор, во втором – водород. Интерес к таким системам связан с большими возможностями по использованию их как в качестве инструмента для изучения физико-химических свойств вещества, так и для изучения свойств самого мюона [1 – 6]. Поэтому важным является расширение списка мюнуклонных атомов, наблюдаемых экспериментально.

Нами исследовалось образование мюнуклонного атома хлора, возникающего при захвате отрицательных мюонов атомами аргона. Как известно, атом хлора обладает парамагнетизмом, обусловленным P -состоянием его внешней электронной оболочки. Поэтому в слабом магнитном поле будет прецессировать полный момент мюнуклонного атома $F = J \pm 1/2$, где J – момент оболочки, $1/2$ – спин мюона. Временное распределение электронов от распада мюона для случая P -состояния оболочки мюнуклонного атома было рассчитано в работе [2] и имеет вид (в отсутствии фона):

$$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t) \left\{ 1 + a \left[\frac{a}{2} \cos\left(\frac{\omega_{Mu}}{3} t + \phi\right) + \frac{(1-a)}{16} \left(5 \cos(\omega_{Mv} t + \phi) + \cos\left(\frac{5\omega_{Mu}}{3} t + \phi\right) \right) \right] \right\}$$

¹⁾Объединенный институт ядерных исследований.

Здесь λ^{-1} – время жизни мюона в аргоне; ϕ – фаза; a – коэффициент асимметрии, соответствующий остаточной поляризации мюона на К-оболочке в отсутствие сверхтонкого взаимодействия; α – заселенность ${}^2P_{1/2}$ -состояния; $(1 - \alpha)$ – заселенность ${}^2P_{3/2}$ -состояния; ω_{Mu} – частота прецессии триплетного мюония в магнитном поле той же напряженности. В случае статистической заселенности $\alpha = 1/3$.



Результаты гармонического анализа суммарного по всем измерениям временных распределений: *a* – экспериментального временного распределения в аргоне; *b* – расчетного, ожидаемого в случае образования мюонуклонного атома хлора. По оси ординат частоты отложены в единицах ω_{Mu} – (см. текст), *A* – амплитуда частоты прецессии в процентах

Эксперимент был выполнен на мезонном канале синхроциклотрона ЛЯП ОИЯИ. Поиск мюноклонного атома хлора производился путем наблюдения прецессии углового распределения электронов $\mu \rightarrow e$ распада в поперечных (относительно спина мюона) магнитных полях напряженностью 3 и 4,49. Для регистрации остановок мюонов в аргоне использовалась специальная газовая мишень. Мишень представляет собой полый шар ϕ 150 мм, выполненный из нержавеющей стали. В корпусе мишени имеется окно, закрытое кварцевым стеклом, через которое объем ее просматривается фотоумножителем. Остановки в газе выделялись по амплитуде сцинтилляционного импульса, возникающего при прохождении мюона через мишень. При этом интегральный вклад электронов $\mu \rightarrow e$ распада от остановок мюонов в стенках мишени в экспериментальное временное распределение электронов не превышает 10%.

Мишень наполнялась следующими смесями газов: 39 атм Ar + 7 атм Xe и 45 атм Ar + 1 атм Xe.

Ксенон использовался в качестве донора электронов [1] для формирования полностью заполненной электронной оболочки мюноклонного хлора.

Очистка газовой смеси от примесей осуществлялась циркуляцией газа через печь с металлической стружкой кальция и титана. Электроны от распада мюонов регистрировались тремя телескопами сцинтилляционных счетчиков.

Экспериментальные временные распределения электронов $\mu \rightarrow e$ распада обрабатывались по МНК с использованием зависимости (1). При этом были получены значения $a = 5,9 \pm 1,2\%$, $a = 0,23 \pm 0,10$ и $\lambda_{Ar}^{-1} = 571 \pm 20$ нсек. Коэффициент асимметрии на углеродной мишени, измеренный на том же пучке в рабочей геометрии опыта равен $a_c = 4,7 \pm 0,1\%$. В качестве иллюстрации на рисунке показаны результаты гармонического анализа суммарного экспериментального временного распределения электронов распада. На том же рисунке приведена ожидаемая кривая, рассчитанная с учетом условий эксперимента, для случая трехчастотной прецессии при $a = 5,9$ и $a = 0,22$.

Авторы выражают свою благодарность В.П.Джелепову и Л.И.Лапидусу за интерес и внимание, проявленные к работе, а также В.А.Канцерову, В.Н.Старосельцеву, Р.Л.Ибрагимову и А.В.Василищук за помощь в работе.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
24 января 1979 г.

Литература

- [1] В.Г.Варламов, Ю.П.Добрецов, Б.А.Долгошеин, В.Г.Кириллов-Угрюмов. Письма в ЖЭТФ, 17, 186, 1973.
- [2] В.Г.Варламов, Ю.П.Добрецов, Б.А.Долгошеин, В.Г.Кириллов-Угрюмов, П.Л.Невский, А.М.Рогожин, В.П.Смилга. ЯФ, 21, 120, 1975.
- [3] P.A.Souder, D.E.Casperson, T.W.Crane, V.W.Hughes, D.C.Lu, H.Orch, H.W.Reist, M.H.Yam, G. zu Putlitz. Phys. Rev. Lett., 34, 1417, 1975.
- [4] В.Н.Форелкин, В.П.Смилга. ЖЭТФ, 66, 1201, 1974.

[5] В.Н.Горелкин. ЯФ, 26, 367, 1977.

[6] В.Г.Барышевский, С.А.Кутень. Мезоны в веществе. Труды Международного симпозиума по проблемам мезонной химии и мезомолекулярных процессов, Дубна 7 – 10 июня 1977, стр. 342.
