

СПЕКТР ФОТОНОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ПОГЛОЩЕНИИ ВОДОРОДОМ π^- -МЕЗОНОВ

Около года назад в печати появилось сообщение¹ о том, что при захвате π^- -мезонов водосодержащими соединениями (LiH , CH_4) наблюдается, против всяких ожиданий, очень малый выход γ -квантов и что, повидимому, очень мала вероятность захвата π^- -мезона именно водородным атомом. Недавно появилась более подробная работа², посвященная этому же вопросу, причём в этой работе в качестве поглотителя мезонов использовался чистый водород в виде газа, сжатого под давлением 190 атм и охлаждаемого жидким азотом (плотность такого газа была 0,048 г/см³).

Вольфрамовая мишень толщиной около 0,1 см бомбардировалась протонами с энергией 330 Мэв. На расстоянии 6,3 см от мишени помещался сосуд с водородом, объёмом в 600 см³. Этот сосуд был окружён тонкостенной оболочкой, наполненной жидким азотом. Общая толщина, проходимая мезонами, образующимися в вольфрамовой мишени, до попадания их в водород была 4 г/см². Образующиеся при поглощении мезоном водородом фотоны пропускались через два свинцовых колли-

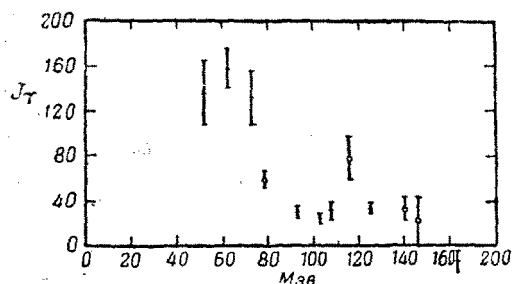


Рис. 1. Спектр фотонов, образующихся при поглощении водородом π^- -мезонов.

матора (устроенных для предотвращения интерференции), проходили через отверстие в бетонной стене и попадали на танталовую пластинку, где образовывали пару позитрон — электрон. Спектр γ -квантов изучался и с помощью спектрометра пар. В качестве такого спектрометра использовались две пары пропорциональных счётчиков, работавших на четверное совпадение, при одновременном попадании электрона

и позитрона в каждую пару счётчиков, разделённых магнитным полем. Между двумя счётчиками каждой пары ставились поглотители различных толщин для оценки энергии электрона и позитрона.

Было отмечено, что скорость счёта качественно согласуется с предположением, что все π^- -мезоны, затормозившиеся в водороде, дают в конечном счёте γ -кванты. Таким образом, роль π^- -распада оказалась несущественной. Авторы рассмотрели возможности образования γ -квантов иным, не связанным с мезонами образом и отвергли такие возможности.

На рис. 1 приводится спектр наблюдавшихся γ -квантов. Замена водорода другими материалами, например углеродом или гелием, привела к полному уничтожению наблюдавшегося эффекта излучения фотонов. Особенно интересно, что к тому же результату привела замена водорода водородосодержащими соединениями (LiH и CH_4). Вероятность конечного захвата π^- -мезона на K -орбиту водорода с последующим захватом его протоном оказалась в случае CH_4 менее 10^{-3} и в случае LiH менее $3 \cdot 10^{-3}$. Предлагаемое авторами объяснение этого факта состоит в том, что хотя в случае таких молекул, как CH_4 и LiH , боль-

шая часть π^- -мезонов первоначально захватывается на высшие боровские орбиты атома водорода, но затем нейтральная π^-H система диффундирует через решётку и сталкивается с атомами С или Li. При этом велика вероятность захвата π^- -мезона ядром Li или С с последующим образованием звезды вместо γ -кванта.

Случай чистого водорода особый, ибо реакция $\pi^- + H^+ = p$ возможна только в присутствии других нуклеонов; при поглощении же свободным протоном должна испускаться добавочная частица с целым спином, если считать, что π^- -мезон также обладает целым спином. Такая частица может быть фотоном, или, если это энергетически возможно, нейтральным π^0 -мезоном. Процессы поглощения подробно обсуждались в теоретических работах^{3,4}, причём было показано, что сумма времён замедления, захвата и перехода мезона на K -орбиту мала сравнительно с временем π - μ -распада.

Переходя к рассмотрению полученного в результате опытов спектра фотонов, авторы считают, что вблизи энергии 130 Мэв испускаемые γ -кванты монохроматичны и что фотоны с энергиями около 130 Мэв не относятся к «хвосту» распределения, идущего от 70 Мэв, а представляют отдельную группу, связанную с особым процессом.

Авторы рассматривают три процесса поглощения π^- -мезонов водородом:

$$1) \pi^- + H \rightarrow p (9 \text{ Мэв}) + \gamma (132 \text{ Мэв}),$$

$$2) \pi^- + H \rightarrow p + 2\gamma,$$

$$3) \pi^- + H \rightarrow p + Q + \pi^0 \rightarrow 2\gamma.$$

Процесс 2) авторы считают маловероятным, и полученные результаты они интерпретируют как конкуренцию процессов 1) и 3).

В предположении существования процесса 3) авторы делают несколько заключений относительно нейтрального мезона π^0 . Так, если полуширина пика в спектре фотонов, возникающего за счёт распада π^0 -мезонов, определяемая доплеровским смещением $\delta = p/M_{\pi^0}$ (где p — момент π^0 -мезона и нейтрона) известна из опыта ($\delta < 0,21$), то можно определить верхний предел кинетической энергии π^0 и нейтрона и границы разности масс отрицательного и нейтрального мезона. $1,3 \text{ Мэв} < \Delta M_{\pi^0 - \pi^-} < 4,7 \text{ Мэв}$. Далее, поскольку π^- -мезон захватывается с орбиты с нулевым угловым моментом, а кинетическая энергия π^0 -мезона столь мала, что он может испускаться лишь в виде S -волны, можно заключить, что π^- - и π^0 -мезоны имеют одинаковую чётность. Наконец, авторы указывают, что спин π^0 -мезона не может равняться единице, поскольку он распадается с образованием двух γ -квантов. Надо отметить, что впервые это положение в самом общем виде для любой частицы было доказано Л. Д. Ландау⁵, о чём авторы не упоминают.

Г. И.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. W. K. H. Panofsky and H. F. Jork, Phys. Rev. **78**, 89 (1950).
2. W. K. H. Panofsky, L. Aamodt and H. F. Jork, Phys. Rev. **78**, 825 (1950).
3. A. S. Wightman, Phys. Rev. **77**, 521 (1950).
4. R. E. Marshak and A. S. Wightman, Phys. Rev. **76**, 114 (1949).
5. Л. Д. Ландау. Доклады АН СССР **60**, 207 (1948).