

равнялась 0,125 мм. Снимки производились синхронно с пучком через каждые 30 секунд. В результате измерений было отобрано около 1300 пар, радиусы треков электронов и позитронов которых можно было измерить с достаточной точностью. Путём введения поправочных коэффициентов авторы учитывали долю отброшенных частиц.

На рис. 1 изображён полученный в работе спектр тормозного излучения и теоретический спектр, рассчитанный для малого телесного угла на основании теории Бете-Гайтлера.

Расхождение в ходе кривых в области средних энергий, повидимому, превышает возможные ошибки опыта.

Другой метод анализа спектра был применён в работе на 10 Мэв бетатроне<sup>6</sup>. Авторы определяли энергию фотонов измерением треков протонов, образующихся при фоторасщеплении дейтерия. Пластины Ильфторд С-2 с толщиной эмульсии 100 м пропитывались в течение 20 мин. в D<sub>2</sub>O при  $t$  25° С. Затем пластинки помещались в пучок перпендикулярно к его оси в 1,5 м от мишени. Было отобрано 312 треков в угловом интервале  $\pm 45^\circ$ . После введения поправок на зависимость вероятности регистрации полного трека от его длины была получена изображённая на рис. 2 кривая. Пунктиром показана упомянутая выше теоретическая кривая (здесь по оси ординат отложено число протонных треков). На рис. 3 представлен полученный авторами спектр интенсивности.

P.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Bethe and Geitler, Proc. Roy. Soc. **146**, 83 (1934).
2. W. B. Lasich and L. Riddiford, J. Sci. Instr. **24**, 177 (1947).
3. Bosley, Craggs, Nach and Paync, Nature **161**, 1022 (1948).
4. H. W. Koch and R. E. Carter, Phys. Rev. **75**, 1950 (1949).
5. H. W. Koch and R. E. Carter, Phys. Rev. **77**, 165 (1950).
6. P. K. S. Wang and M. Weiner, Phys. Rev. **76**, 1724 (1949).

#### ЯВЛЕНИЕ ЗАХВАТА ЯДРОМ $L_1$ -ЭЛЕКТРОНА

Одним из известных типов ядерных превращений является явление  $K$ -захвата, при котором ядро взаимодействует с  $K$ -электроном атома. Согласно теории  $\beta$ -распада вероятность такого процесса пропорциональна квадрату волновой функции  $K$ -электрона в области ядра  $\lambda_K \sim |\Psi_K(0)|^2$ . Точно так же вероятность захвата ядром  $L_1$ -электрона  $\lambda_{L_1} \sim |\Psi_{L_1}(0)|^2$ , где  $\Psi_{L_1}(0)$  — соответственно волновая функция  $L_1$ -электрона в ядре. Следствием этого является различие в периоде полураспада ( $T'$ ) нейтрального атома Be<sup>7</sup> ( $K$ -захватывающий изотоп  $T = 52,9$  дня) и ионизованного атома этого же изотопа Be<sup>7+</sup> ( $T$ ), определяемое отношением волновых функций  $K$ - и  $L_1$ -электронов

$$\rho = \frac{T' - T}{T} \approx \frac{|\Psi_{L_1}(0)|^2}{|\Psi_K(0)|^2}.$$

Для Be<sup>7</sup> теоретические вычисления производились по методу Слэтера с учётом экранирования ядра<sup>1,2</sup> и более точно с использованием волновых функций Фока-Хартри<sup>3</sup>. В последнем случае учитывалось

обменное взаимодействие между атомными электронами. Результаты расчётов приведены в таблице:

|          | По методу<br>Слэтера | По методу Фока-Хартри                                     |                    |
|----------|----------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|
|          |                      | без учёта обменного взаимо-<br>действия $L_1$ -электронов | с учётом<br>обмена |
| $\rho$ % | 1,8                  | 2,7                                                       | 2,6                |

В 1947 г. были опубликованы первые сообщения<sup>1,4</sup> об опытах с Be<sup>7</sup>. Однако экспериментальная ошибка почти перекрыла эффект и не позволила сделать окончательных, количественных выводов. Позже проводились более тщательные исследования<sup>5,6</sup>.

В опытах французских учёных<sup>5</sup> из литиевой мишени, облучённой дейтеронами, изготовлялись два равноценных по активности источника металлического бериллия и соединения BeF<sub>2</sub>. В экспериментальной установке, состоящей из двух одинаковых, включённых в компенсационную схему, ионизационных камер, измерялся разностный ток. Ионизацию в каждой из камер вызывало  $\gamma$ -излучение, следующее за ядерным переходом, одного из двух препаратов. С течением времени в установке, вначале скомпенсированной, появлялся ток, который в несколько раз превосходил аппаратурные флуктуации. Для разностного тока камер  $|\Delta I|$  легко получить соотношение:

$$\Delta I = I_0 \frac{\Delta T}{T} \cdot e^{-\lambda t} \cdot \lambda t.$$

Полный ток в камере ( $I_0$ ) определялся косвенным путём по поглощению  $\gamma$ -излучения в латунных пластинах. Этот способ увеличивает ошибку в связи с неточностью расчёта поглощения, но позволяет сохранить неизменной геометрию измерений в продолжение всего опыта.

Окончательно в работе получена следующая величина эффекта:

$$\rho_{\text{Be} - \text{BeF}_2} = \frac{\Delta T}{T} = 0,01 \pm 0,003.$$

Для сравнения с теорией авторы принимают, что в атоме Be только 50%  $L_1$ -электронов находятся в s-состоянии, а в BeF<sub>2</sub> ионизованными следует считать 87% всех атомов, т. е. ожидаемый эффект:

$$\rho \approx 0,03 \times 0,87 \times 0,5 \approx 0,013.$$

В другой работе<sup>6</sup> по излагаемому вопросу определялось различие в периоде полураспада металлического бериллия и окиси бериллия. Применявшаяся в этой работе дифференциальная ионизационная камера отличается от описанной выше установки конструкцией ионизационных камер и электрометрической схемой. Методически работы<sup>5</sup> и<sup>6</sup> эквивалентны. Ошибки этого эксперимента близки к наблюдавшемуся эффекту

$$\rho_{\text{Be} - \text{BeO}} = (3,0 \pm 1,8) \cdot 10^{-4}.$$

Авторы показывают, что в BeO следует ожидать 10% эффекта дважды ионизованного атома Be<sup>++</sup>, и потому констатируют согласие теории с экспериментом.

Таким образом можно считать доказанным явление захвата ядром  $L_1$ -электрона, причём эффект близок к вычисленному по методу Фока-Хартри.

Понятно, что захват ядром  $L_1$ -электрона возможен не только в атоме  $\text{Be}^7$ , но и в атомах других изотопов. Так, для  $\text{Ag}^{87}$  ( $K$ -захватывающий изотоп) вычисления по методу Слэтера дают значение для  $\rho = 0,067$ , а метод Фока-Хартри — значение  $\rho = 0,08^8$ .

Захват ядром  $\text{Ag}^{87}$   $L_1$ -электрона наблюдался с помощью пропорционального счётчика<sup>9</sup>, содержащего примесь радиоактивного аргона. Исследовалось распределение импульсов по величине. Основной пик в распределении соответствовал энергии Оже-электронов, выбрасываемых атомом  $\text{Cl}$ , лишённого  $K$ -электрона. Кроме того, выявился дополнительный пик в области малых энергий (около 200 эв). Авторы указывают, что величина этого пика превосходит возможное число электронов, выбрасываемых атомом вместе с характеристическим излучением  $K_\alpha$ . Результат был объяснён явлением захвата ядром  $\text{Ag}^{87}$   $L_1$ -электрона с последующим высвечиванием атома путём выброса электрона. Сравнение двух обнаруженных максимумов даёт для  $\rho$  значение 8–9%.

*И. Эстудин*

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. Bouchez, R. Daudel, P. Daudel et R. Muxart, J. Phys. et Rad. **8**, 336 (1947).
2. P. Benoist, C. R. **226**, 243 (1948).
3. P. Benoist, C. R. **228**, 309 (1949).
4. E. Segre, Phys. Rev. **71**, 274 (1947).
5. R. Bouchez, R. Daudel, P. Daudel et Muxart, J. Phys. et Rad. **10**, 201 (1949).
6. E. Segre and C. E. Wiegand, Phys. Rev. **75**, 39 (1949).
7. R. E. Marshak, Phys. Rev. **61**, 431 (1942).
8. P. Benoist, C. R. **228**, 1848 (1949).
9. B. Pontecorvo, D. H. W. Kirkwood and G. C. Hanna, Phys. Rev. **75**, 982 (1949).

#### НОВЫЕ РАСПАДАЮЩИЕСЯ ЧАСТИЦЫ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ

В большом числе работ, появившихся за последние годы, имеются данные о существовании в космических лучах нестабильных частиц с различными массами, подчиняющихся различным схемам распада. Так, помимо известного уже давно распада  $\mu$ -мезона, в 1947 г. была открыта новая частица  $\pi$ -мезон с массой, равной  $285 m_e$ , и временем жизни  $10^{-8}$  сек., дающая при распаде  $\mu$ -мезон<sup>1</sup>. В последние два года были описаны три случая<sup>2,3,4</sup>, наблюдаемые в фотоэмульсии, допускающих, по мнению авторов, трактовку как распад тяжёлого мезона с массой  $\sim 1000 m_e$ . Распад при этом происходит на три заряженные частицы.

В 1947 г. Рочестер и Батлер<sup>5</sup> впервые наблюдали в камере Вильсона случай, который они объясняли как распад нейтрального мезона с массой  $\sim 1000 m_e$  на две заряженные частицы. 30 аналогичных случаев описывают Андерсон и др.<sup>6</sup> в опубликованной недавно работе. Так же как и у Рочестера, была использована камера Виль-