

Л. В. ГРОШЕВ и И. М. ФРАНК

ОБРАЗОВАНИЕ ПАР В АЗОТЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ γ -ЛУЧЕЙ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 28 VI 1938)

До сих пор процесс образования пар γ -лучами в легких элементах почти не изучался. В виду этого нами было исследовано методом камеры Вильсона образование пар в азоте. Известно, что в случае тяжелых газов измерения энергии электронов и позитронов по кривизне следов в магнитном поле не могут производиться с достаточной точностью. Замена тяжелого газа в камере Вильсона легким позволяет значительно повысить точность измерения. Поэтому в случае азота вопросы, связанные с энергией частиц и в частности с выполнением баланса энергии, могут быть исследованы значительно надежнее.

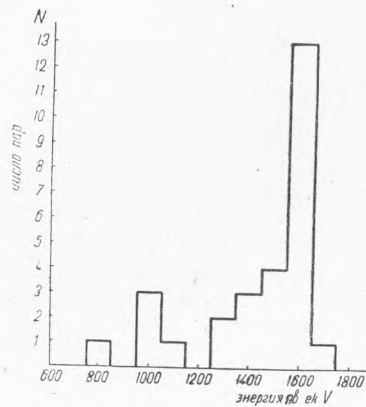
Работа производилась с той же установкой, что и раньше при наблюдении пар в криптоне (1). Так как вероятность образования пар в азоте очень мала, то был использован значительно более сильный препарат $RdTh$ (около 140 мг-экв.). Так же как и раньше, препарат помещался в большой свинцовый блок.

γ -лучи, фильтрованные одним сантиметром свинца, попадали в камеру в виде узкого пучка через окошко в боковом цилиндре камеры Вильсона, закрытое тонкой медной фольгой. Камера, наполненная воздухом при атмосферном давлении, находилась в магнитном поле, напряженность которого равнялась в среднем 1 750 гаусс. Работа производилась с парами спирта. Основную роль при образовании пар играл азот ($Z=7$) и некоторую роль—кислород ($Z=8$). Было получено 1 680 стереоскопических фотографий. Ниже приводятся предварительные данные об энергиях для полученных пар. Измерения энергии производились для всех пар, вершины которых находятся в газе в пределах пучка γ -лучей. Полученные результаты приведены на фиг. 1. По оси абсцисс отложена сумма кинетических энергий электрона и позитрона, по оси ординат—число пар. Из фиг. 1 видно, что около энергии 1 600 экВ имеется острый максимум. Он соответствует основной линии излучения ThC'' с энергией 2 620 экВ. Размытость этого максимума соответствует ошибкам измерения.

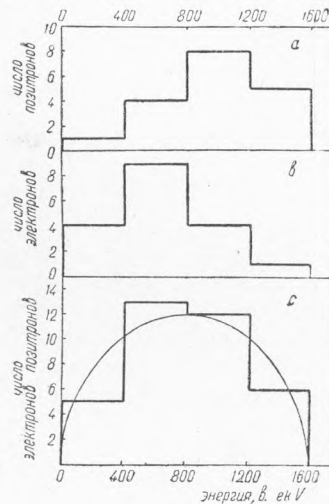
Из ряда работ известно (1, 2, 3), что в тяжелых газах вместо острого максимума около 1 600 экВ получается очень размытая кривая. Сопоставляя эти результаты с данными о парах в азоте, мы заключаем, что эта размытость кривой целиком объясняется ошибками в измерении энергии, которые в тяжелых газах очень велики, так как в этом случае путь электронов и позитронов сильно искажен рассеянием.

Кроме пар от основной линии ThC'' имеется некоторое число пар с значительно меньшими энергиями. Однако, сопоставление этих пар с другими линиями нашего источника пока еще не может быть выполнено в виду малого статистического материала.

Для изучения распределения энергии между позитроном и электроном были выделены пары от основной линии ThC''. Сюда относились все пары с энергией от 1 450 до 1 750 экВ. Как видно из фиг. 1, их число равно 18. Средняя энергия для этих 18 пар равна 1 580 экВ, что хорошо совпадает с ожидаемым значением 1 600 экВ. Следует отметить, что у большинства из этих пар позитрон имеет значительно большую энергию, чем электрон (в 13 парах из 18). Распределение электронов и позитронов по энергии дано на фиг. 2. По оси абсцисс отложена кинетическая энергия частиц,



Фиг. 1.



Фиг. 2.

по оси ординат—их число. Фиг. 2, *a* относится к позитронам, фиг. 2, *b*—к электронам. Как видно из фигуры, эти распределения обладают заметной асимметрией.

В борновском приближении распределения для электронов и позитронов по энергиям должны быть одинаковы. Кривая распределения по энергии, вычисленная в этом приближении Бете и Гейтлером (4), дана (для $h\nu=6 mc^2$) на фиг. 2, *c*. Там же приведена сумма полученных нами распределений для электронов и позитронов. Из фигуры видно, что для такого усредненного распределения получается результат, близкий к теоретически ожидаемому (в борновском приближении).

Если учитывать влияние заряда ядра, то в распределениях как для электронов, так и для позитронов должна иметься асимметрия. Это приводит к тому, что для позитрона средняя энергия должна быть больше, чем для электрона. Можно ожидать (4), что эта разность средних энергий $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ будет меняться пропорционально Z . Для свинца величина $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ была вычислена теоретически Хольмом и Егером (5) и оказалась равной 270 экВ. Отсюда, пользуясь пропорциональностью Z , она может быть вычислена для любого элемента. Экспериментально найденные значения этой величины для криптона (6) и иода (2) согласуются с теоретически ожидаемыми. Для азота величина $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ получается около 20 экВ.

Если предположить, что пары образуются на расстояниях от ядра, не меньших h/mc , как это обычно делается, то это дает для разности $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$

максимальное значение, равное $2Ze^2mc/\hbar$, т. е. для азота 50 экВ. Отсюда следует, что влиянием ядра в случае азота практически можно пренебречь. Это заключение находится в противоречии с данными, полученными нами для азота. Действительно, для 18 пар от основной линии излучения ThC' разность средних энергий позитрона и электрона получается около 300 экВ. Если учитывать все пары с энергией больше 1 000 экВ (27 пар), то для $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ получается величина около 200 экВ. На основании полученного нами материала, однако, нельзя еще с полной уверенностью утверждать, что это расхождение между экспериментальными и теоретическими данными является реальным. Следует указать, что при отборе пар могли быть, например, пропущены те из них, в которых практически вся энергия сосредоточена у электрона (такие пары трудно отличить от комптоновских электронов). Вследствие этого полученная нами величина $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ может оказаться преувеличенной. Трудно, однако, объяснить наблюдающееся расхождение только этой причиной.

Отметим еще, что для 4 пар в азоте, полученных ранее Скобелъциным (7), позитрон также обладает значительно большей энергией, чем электрон. На это противоречие указывает также в недавно опубликованной работе Зубер (3). Он показал, что для пар в аргоне величина $\bar{E}_+ - \bar{E}_-$ заметно превышает значение, вычисленное на основании данных Хольма и Егера.

Физический институт им. П. Н. Лебедева.
Академия Наук СССР.
Москва.

Поступило
7 VII 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. В. Грошев и И. М. Франк, ДАН, XVIII, 417 (1938). ² L. Simons
а. К. Zuber, Proc. Roy. Soc. (A), **159**, 383 (1937). ³ К. Zuber, Helv. Phys.
Acta, XI, 207 (1938). ⁴ Н. Bethe а. W. Heitler, Proc. Roy. Soc. (A), **146**,
83 (1934). ⁵ J. C. Jaeger а. Н. R. Hulme, ibid., (A), **153**, 443 (1936).
⁶ Л. В. Грошев и И. М. Франк, ДАН, XIX, 47 (1938). ⁷ D. Skobelzyn,
Nature, **133**, 23 (1934).