

ГЕНЕРАЦИЯ ПРОТОНОВ γ -ЛУЧАМИ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ

До настоящего времени основная масса экспериментальных работ по изучению (γ, p)-реакции относилась к области энергии γ -лучей порядка 20—30 Мэв. Поскольку с дальнейшим ростом энергии длина волны γ -лучей становится меньше размеров ядра, следует ожидать изменения механизма их взаимодействия с ядрами. Следовательно, изучение этого взаимодействия должно пролить дополнительный свет на характер связи нуклеонов в ядре. В связи с этим представляет интерес работа¹, в которой исследовалось угловое и энергетическое распределение протонов, вырываемых из ядер различных веществ тормозным спектром γ -лучей с максимальной энергией 320 Мэв. Измерения пробега и углового распределения протонов производились с помощью телескопа из пропорциональных счётчиков, соединённых по схеме совпадений. Толщина мишени выбиралась малой в сравнении с пробегом протонов. Мишень и телескоп могли независимо вращаться вокруг оси, проходящей через центр мишени, что позволяло производить измерения под различными углами к оси пучка γ -лучей.

Для исключения электронного фона, присутствующего вблизи циклотронного пучка, схема совпадения была настроена на регистрацию только достаточно больших импульсов. Срабатывание схемы могло быть вызвано лишь одновременной остановкой (в пределах $\sim 0,5$ мксек) в начале и конце счётчика двух электронов, что представляет собой довольно маловероятное событие. Кроме того, отсутствие совпадений, созданных электронами, подтверждается следующими фактами: а) относительное эффективное сечение пропорционально Z , а не Z^2 ; б) эффективное сечение в Pb падает в области малых энергий из-за кулоновского барьера.

Возможность регистрации частиц другого сорта была исключена исследованием распределения импульсов в счётчике по величине. Случайные совпадения не превышали 15%. Наибольшую ошибку в результаты вносила неопределённость в измерении пробега протонов.

Полученное поперечное сечение было отнесено к эффективному числу γ -квантов, равному полной энергии пучка, делённой на максимальную энергию γ -лучей (320 Мэв).

Энергетический спектр протонов для углерода, меди и свинца, полученный под углом 90° к направлению пучка γ -лучей, изображён на рис. 1.

Зависимость дифференциального сечения от энергии можно в общем виде представить как E^{-S} , где E — энергия протона, а $S = 1,2 \pm 0,1$ для углерода, $1,9 \pm 0,1$ для меди и $2,2 \pm 0,2$ для свинца. Падение сечения для Pb при энергии ~ 10 Мэв связано, по всей вероятности, с кулоновским барьером, препятствующим выходу протонов.

На рис. 2 представлено поведение относительной величины сечения при 40 Мэв под углом 90° для Be, C, Al, Zn, Cu, Ag, Pb и W. Из рисунка можно видеть, что с точностью, достигнутой в эксперименте, сечение рождения протонов фотонами растёт с увеличением атомного веса пропорционально Z — числу протонов в ядре.

Кроме того, было измерено угловое распределение протонов для Be, C и Cu при 10 и 40 Мэв.

Для протонов с энергией 10 Мэв сечение близко к изотропному; с увеличением энергии до 40 Мэв наблюдается преобладание протонов, рассеянных вперёд (на углы $< 90^\circ$).

Для объяснения полученных результатов возможны две различные картины механизма взаимодействия γ -лучей с ядром. Первая заключается

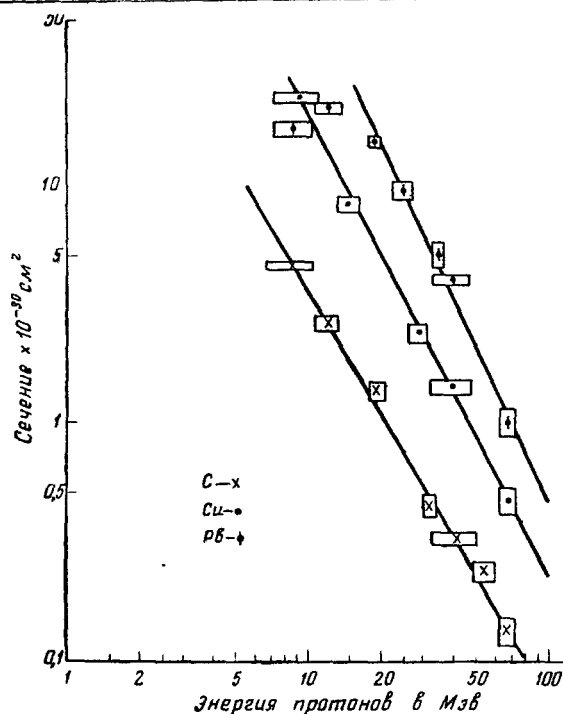


Рис. 1. Энергетическая зависимость сечения для С, Si и Rb при 90° .

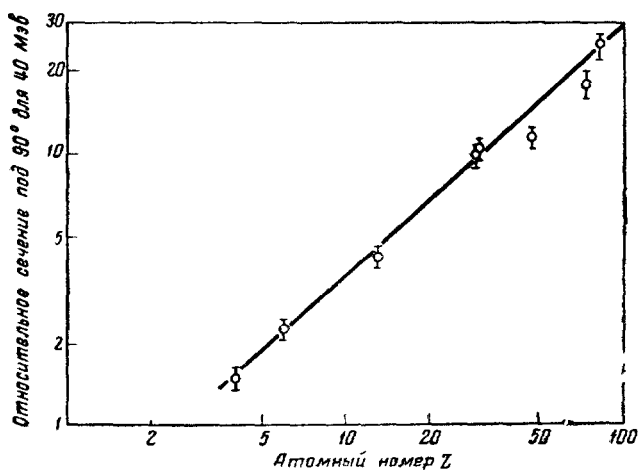


Рис. 2. Относительное сечение как функция атомного номера.

в том, что ядро, поглощая γ -квант, переходит в возбуждённое состояние и затем испускает протон, передавая ему энергию возбуждения. Вторая исходит из того, что γ -квант непосредственно взаимодействует с самостоятельной единицей ядра (протоном, α -частицей и т. д.), которая содержит протон. Экспериментальные данные, по всей вероятности, свидетельствуют в пользу преобладания при энергиях протона > 30 Мэв второго механизма взаимодействия. Это подтверждается как энергетиче-

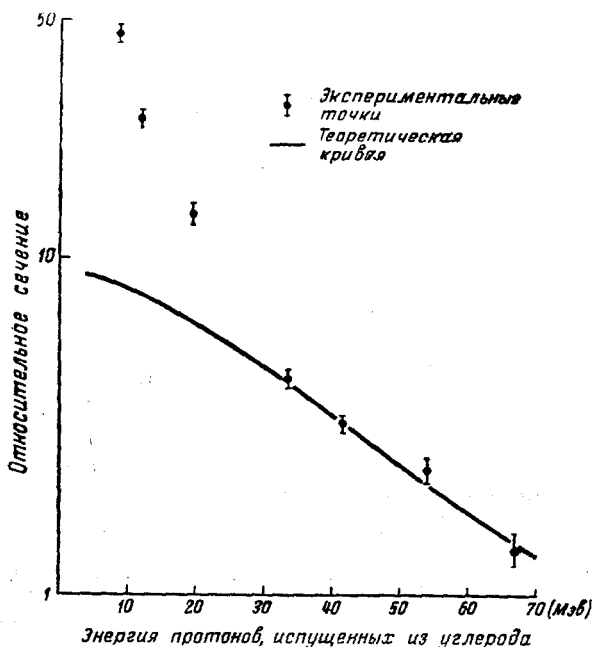


Рис. 3. Энергетическая зависимость сечения.

ской зависимостью (при испарении протонов возбуждённым ядром сечение должно более сильно меняться с энергией), так и наличием в угловом распределении при 40° пика, вытянутого вперёд (в случае первого механизма наблюдалась бы изотропия в угловом распределении).

В заключение в работе, исходя из простых соображений о характере прямого взаимодействия γ -луча с протоном, подсчитаны зависимость сечения от энергии и его абсолютная величина. Результаты расчёта отражены на рис. 3. Ясно видны расхождения подсчётов с данными опыта при малых энергиях. Абсолютная величина сечения, найденная при подсчёте, равна $8,3 \cdot 10^{-28}$ см²; из эксперимента $\sigma = 3,1 \cdot 10^{-28}$ см².

Расхождения авторы объясняют слишком грубым предположением о виде волновой функции протона в ядре, принятым в расчёте².

В. Ф.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. C. Levinthal and A. Silverman, Phys. Rev. 82, 882 (1951).
2. G. F. Chew and M. L. Goldberger, Phys. Rev. 77, 470 (1950).