

Однако, если бы процесс разрушения протекал с образованием трех частиц (3), то такие нейтроны должны были бы существовать.

Возникающие при расщеплении бериллия нейтроны легко могут быть обнаружены с помощью камеры с литием. Сравнение величины эффекта расщепления для источников $RdTh$ и Ra одинаковой γ -интенсивности показало, что во втором случае эффект приблизительно в два раза больше, чем в первом. Однако и здесь нельзя по этой цифре сравнивать число нейтронов в том и другом случае, поскольку нейтроны имеют различную энергию.

Для установления границы ядерного фотоэффекта для Be авторы поступали следующим образом. Наполненная гелием ионизационная камера подвергалась облучению нейтронами, возникающими в Be под действием γ -лучей ThC'' (энергия 2,6 MeV). Затем по величине отбросов осциллографа определялась максимальная энергия атомов отдачи, по которой можно было вычислить максимальную энергию попадающих в камеру нейтронов. Зная ее, можно по соотношению масс нейтрона и 8Be рассчитать всю энергию, освобождаемую в реакции (2). Для нее получалось значение, равное приблизительно 1 MeV. Отсюда для границы фотоэффекта на бериллии получается $2,6 - 1 = 1,6$ MeV. Браш, Ланге и другие⁶, работая с рентгеновыми лучами, нашли, что расщепление Be с испусканием нейтрона уже имеет место для квантов с энергией, меньшей 2 MeV. С другой стороны, Арцимович и Палибин⁷ показали, что для квантов с энергией до 1,3 MeV этот эффект полностью отсутствует. Как видно, приведенное для границы значение укладывается в пределы, установленные двумя последними работами.

Величину эффективного сечения для разрушения ядра бериллия γ -квантом удалось оценить лишь косвенно, путем сравнения числа нейтронов, выбиваемых из бериллия и тяжелой воды γ -лучами ThC'' . Для $h\nu = 2,6$ MeV $\sigma_{Be} = 10^{-28}$ см².

Измерение числа нейтронов, выбиваемых из Be в направлении γ -лучей и под углом 90° к ним, показало, что в этом случае распределение нейтронов по углам приблизительно симметрично.

Попытки расщепить γ -квантами ядра других элементов привели во всех случаях к отрицательным результатам.

В заключение отметим, что изучение ядерного фотоэффекта может в значительной мере способствовать разрешению сложного вопроса о строении атомного ядра.

Л. Грошев, Москва

ЛИТЕРАТУРА.

1. Успехи физич. наук, 14, вып. 8, 953, 1934.
2. Szilard a. Chalmers, Nature, 134, 494, 1934.
3. Grosse a. Agruss, Phys. Rev., 47, 93, 1935; Ridenaur, Shionohara, Jost, Phys. Rev., 47, 318, 1935; Meitner, Naturwiss. 22, 759, 1934; Brasch, Lange, Szilard, a. others, Nature, 134, 880, 1934; Gentner, C. R. 199, 1211, 193.; 200, 311, 1935; Amaldi, D'Agostino, Fermi, Pontecorvo, Rasetti a. Segré, Proc. Roy. Soc., 149, 522, 1935.
4. Chadwick a. Goldhaber. Proc. Roy. Soc., 151, 479, 1935.
5. Bethe a. Peierls. Proc. Roy. Soc., 148, 146, 1935.
6. Brasch, Lange, Szilard a. others, Nature, 134, 880, 1934.
7. Arzimowitsch u. Palibin, Phys. Z. Sowjet. 7, 245, 1935.

СКОРОСТИ МЕДЛЕННЫХ НЕЙТРОНОВ

Как известно, предварительно прошедшие через парафин или воду нейтроны вызывают в некоторых веществах очень большую искусственную радиоактивность, а также испытывают сильное поглощение в ряде элементов. Ферми объяснил это тем, что при прохождении через содер-

жащие водород вещества нейтроны теряют часть своей энергии, сталкиваясь с протонами, и постепенно уменьшают свои скорости до скоростей теплового равновесия, которые, как известно, зависят от температуры. Если учесть еще то обстоятельство, что эффективное сечение для создания радиоактивного атома при захвате медленного нейтрона ядром возрастает с уменьшением скорости нейтрона, то можно ожидать, что на величину вызываемой медленными нейтронами искусственной радиоактивности будет влиять температура воды или парафина, через которые нейтроны проходят. Действительно, Мун и Тилман¹ установили, что медленные нейтроны вызывают эффект различной величины, когда они проходят через парафин, находящийся один раз при комнатной температуре, а другой раз при температуре жидкого воздуха. Во втором случае искусственная радиоактивность в серебре или родии была приблизительно на 25% больше, чем в первом. Отсюда авторы делают заключение, что большая часть нейтронов, вызывающих искусственную радиоактивность в Ag и Rh, имеет энергии, сравнимые с энергиями теплового движения.

Последующие опыты Ферми^{2*}, а также Лукирского и Царевой³ подтвердили существование температурного эффекта, обнаруженного Муном и Тилманом. При этом Лукирский и Царева показали, что ввиду поглощения нейтронов в парафине увеличение вызываемого нейтронами эффекта при уменьшении температуры наблюдается лишь для не очень толстых слоев охлаждаемого парафина. В слоях значительной толщины увеличение активности нейтронов при низкой температуре может скомпенсироваться уменьшением их числа вследствие большего поглощения их в парафине при низкой температуре. Действительно, эти авторы наблюдали, что для слоя охлаждаемого парафина толщиной в 10 см никакого температурного эффекта не существовало, в то время как при толщине слоя в 0,8 см этот эффект достигал 45%.

С другой стороны, Деннинг, Пеграм, Финк и Митчел⁴, применяя в виде индикатора для медленных нейтронов ионизационную камеру с литиевыми стенками, не обнаружили влияния температуры на величину эффекта. Однако в их работе было установлено, что нейтроны, прошедшие через воду при температуре жидкого воздуха, поглощаются в кадмии немного сильнее (на 5%), чем нейтроны, прошедшие через воду при обычной температуре. К сожалению, результаты этих авторов не могут быть однозначно интерпретированы.

Более определенные результаты о наличии нейтронов с тепловыми скоростями были получены Ферми с сотрудниками, а также Фришем и Соренсеном⁵. В опытах Ферми⁵ на краю большого вращающегося диска располагались два индикатора медленных нейтронов, между которыми на разном расстоянии помещался источник нейтронов. Параллельно плоскости диска располагалось большое парафиновое кольцо. Если все нейтроны обладают большими скоростями, то они будут попадать на оба индикатора в одинаковом количестве, создавая в них равную активность. Если же имеются нейтроны со скоростями, сравнимыми со скоростью вращения диска, то первый индикатор, расположенный от источника в направлении, обратном к направлению движения, за время пребывания этих нейтронов в парафине успеет переместиться к месту их выхода из парафинового кольца, в то время как второй индикатор будет "убегать" от этих медленных нейтронов. Поэтому первый индикатор при быстром вращении колеса должен приобретать большую активность, чем второй, что в действительности и было обнаружено.

В опытах Фриша и Соренсена⁶ замедленные парафином нейтроны проходили сначала через вращающийся деревянный диск (скорость приблизительно $9 \cdot 10^3$ см/сек; толщина диска 2 см) и помещенную непосредственно за ним диафрагму из кадмия** и затем попадали на две ионизационные

* Заметим, что первые опыты Ферми, проведенные в этом направлении, дали отрицательный результат.

** Кадмий сильно поглощает медленные нейтроны и поэтому может быть применен для их диафрагмирования.

камеры (с нанесенным на стенки бором), расположенные под углами 45° и 135° по отношению к направлению движения диска. При прохождении через вращающийся диск нейтроны испытывают ряд столкновений с протонами; при этом скорость вращения прибавляется к скорости нейтронов. Если нейтроны обладают скоростями, сравнимыми со скоростью вращения диска, то по выходе из него они должны давать асимметрическое угловое распределение. Для нейтронов больших скоростей подобная асимметрия не

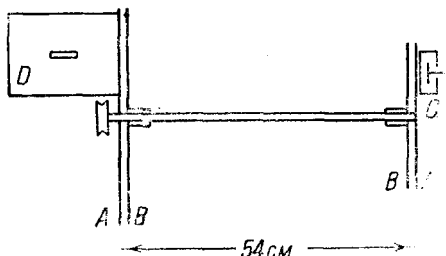


Рис. 1. А—вращающийся диск с кадмиевыми секторами, В—неподвижный диск с кадмиевыми секторами, С—ионизационная камера, D—парафин с источником нейтронов, окруженный кадмием

состояла из четырех дюралюминиевых * дисков с нанесенными на них секторами из Cd. Эти секторы имели величину в $3,7^\circ$ и были сдвинуты друг относительно друга на угол $3,5^\circ$. Два дюралюминиевых диска закреплялись неподвижно, а два других имели общую ось и могли приводиться в движение с различной скоростью. С одной стороны дисков располагался источник медленных нейтронов, с другой—индикатор, ионизационная камера с литиевыми стенками (рис. 1). Если бы все выходящие из парафина нейтроны имели очень большие скорости, то, выйдя из отверстия в двух первых дисках, они все попали бы на индикатор через соответствующие отверстия во вторых дисках, так как за то ничтожное время, которое требуется им для прохождения расстояния от источника до индикатора, подвижные диски не успели бы повернуться на заметный угол. Иначе будет обстоять дело, если в пучке имеются медленные нейтроны с тепловыми скоростями. В этом случае второй подвижный диск успеет повернуться на заметный угол, пока медленные нейтроны движутся от источника до индикатора; поэтому эти нейтроны попадут не в отверстие второго диска, а в их кадмиевый сектор и в нем задержатся, вследствие чего уменьшится число отбросов в ионизационной камере. При заданной

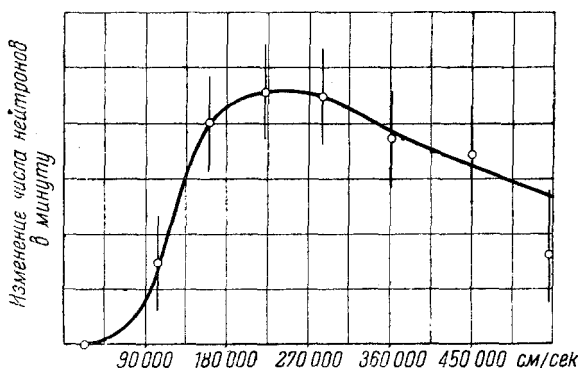


Рис. 2.

* Дюралюминий „прозрачен“ для медленных нейтронов.

скорости вращения дисков в кадмиевых секторах будут поглощаться все медленные нейтроны вплоть до некоторой предельной скорости, величина которой будет возрастать при увеличении быстроты вращения дисков. Поэтому наблюдаемое при переходе от одной скорости вращения диска к другой уменьшение числа отбросов ионизационной камеры вызывается тем, что в камеру перестают попадать нейтроны определенного спектрального участка, ширину и положение которого можно определить по геометрическим условиям опыта и по быстроте вращения дисков. Сопоставляя изменения числа отбросов ионизационной камеры для нейтронов различных спектральных участков, можно установить распределение медленных нейтронов по скоростям, что и было сделано в работе Деннинга, Пеграма, Финка, Митчелля и Сегрэ. Рис. 2 показывает кривую распределения нейтронов по скоростям, полученную этими авторами. Вертикальные черточки на кривой указывают вероятные ошибки. Кривая имеет максимум между 2 и 3 кл/сек. Однако этот максимум не имеет большого значения, так как в этой кривой не учтено то обстоятельство, что нейтроны различных скоростей обладают неодинаковыми эффективностями при разрушении лития и поэтому могут учитываться камерой в различном процентном отношении.

Рассматривая приведенные результаты, можно заключить, что в настоящее время существование нейтронов с тепловыми скоростями является твердо установленным фактором.

Л. Грошев, Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. Moon a. Tillman, *Nature*, **135**, 904, 1935.
2. Fermi, *La Ricerca Scientifica*, VI, 1, No 11—12.
3. Lukirsky a. Zarewa, *Nature*, **136**, 681, 1935.
4. Denning, Pegram, Fink, Mitchell, *Phys. Rev.*, **47**, 888, 1935; **48**, 265, 1935.
5. Amaldi, d'Agostino, Fermi, Pontecorvo, Segré. *La Ricerca Scientifica*, VI, 1, No 11—12.
6. Frisch, Sorensen, *Nature*, **136**, 258, 1935.
7. Denning, Pegram, Fink, Mitchell, Segré, *Phys. Rev.*, **48**, 704, 1935.

НОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Как известно, основное затруднение, возникающее при экспериментальном определении величины давления света, состоит в том, что при этих экспериментах существует радиометрический эффект, накладывающийся на эффект светового давления. Возникновение радиометрического эффекта обусловлено наличием газа, окружающего тонкие пластинки, на которые оказывает давление свет.

Чтобы обойти указанное затруднение, можно пользоваться двумя различными методами: или пытаться создать условия, при которых радиометрический эффект будет равен нулю, или путем сопоставления результатов соответственно подобранных измерений исключить влияние радиометрического эффекта.

П. Н. Лебедев в своих классических опытах, доказавших впервые существование светового давления, пошел по второму пути¹. Никольс и Хелл², наоборот, экспериментировали при давлении газа, соответствующем нулевому радиометрическому эффекту. Однако Лебедев вполне основательно указывал, что результаты опытов Никольса и Хелла не обладают той принципиальной убедительностью, какой обладают результаты его собственных опытов³.

Дело в том, что невозможно доказать прямым экспериментом равенство нулю радиометрического эффекта при опытах по определению светового