

Т. ГОЛОВОРОДЬКО и А. ЛЕЙПУНСКИЙ

**ЯДЕРНЫЕ ПОПЕРЕЧНИКИ НЕЙТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 860 keV
В ОБЛАСТИ ЛЕГКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 5 XI 1939)

Измерение ядерных поперечников рассеяния для фотонейтронов с энергией около 240 keV из источника (RaTh—D), сделанное авторами (1), и с фотонейтронами из источника Ra—Be (2) показали, что эти поперечники не возрастают монотонно с атомным весом, как нашел Данинг для быстрых (Rn—Be) нейтронов (3), а меняются неправильно от элемента к элементу. При этом оказалось, что для некоторых элементов поперечники, измеренные с фотонейтронами (RaTh—D) и (Ra—Be), совпадают в пределах статистических ошибок измерений, для других резко расходятся.

Подобные же колебания поперечников рассеяния, хотя значительно меньшие по величине, были обнаружены Кикучи и Локи для нейтронов с энергией 2.4 MeV (4), а также Цином, Зили и Когеном для нейтронов с энергией 2.88 MeV (5).

Эти явления показывают, что измерения поперечников рассеяния нейтронов различных энергий с ядрами атомов представляют значительный интерес.

Так как при таких исследованиях необходимо пользоваться возможно более монохроматическим пучком нейтронов, то это ограничивает возможность использования естественных радиоактивных источников.

В этой работе, как и в предыдущих (1), мы пользовались RaTh. При облучении γ -лучами RaTh (энергия 2.62 MeV) бериллия, считая порог возбуждения ядра бериллия 1.65 MeV (6), мы получим монохроматический пучок нейтронов с энергией около 860 keV. С такими нейтронами и были сделаны эксперименты, описанные здесь.

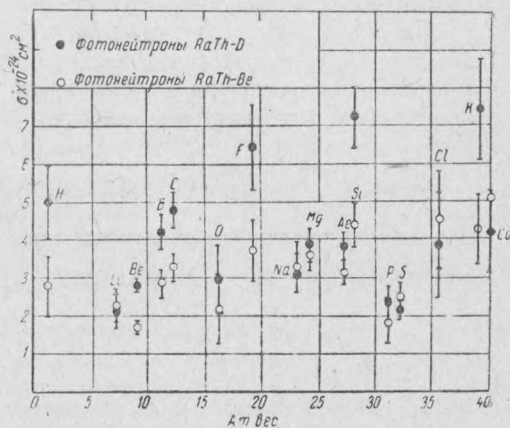
125 mC RaTh в равновесии с его продуктами распада находилось в тонкой стеклянной ампулке диаметром 1.5 мм и 6 мм высотой. Этот радиоактивный источник помещался в центре шара из тонкой латуни диаметром 5 см, наполненного порошком бериллия.

На расстоянии 23 см от центра этого шара помещался диспрозиевый детектор, окруженный парафиновым шаром 13 см в диаметре для замедления фотонейтронов до тепловых скоростей. Между ними на расстоянии 8 см от центра бериллиевого шара помещались цилиндрические рассеиватели из различных веществ. Все рассеиватели были одного диаметра—8 см и от 2 см до 0,5 см толщины. Рассеиватели были или чистые элементы, или химические соединения. В первой колонке (см. таблицу) рядом с эле-

ментом приведено химическое соединение, из которого определялся поперечник ядра этого элемента. Считалось, что сумма поперечников ядер

Элемент	Атомный вес элемента	$\sigma \times 10^{24}$ см ⁻² фотонейтроны (RaTh— Be)	$\sigma + 10^{24}$ см ⁻² фотонейтроны (RaTh— D)
1 Н (H ₂ O)	1.008	2.8±0.8	5.0±1.0
3 Li	6.94	2.3±0.5	2.2±0.4
4 Be	9.02	1.7±0.2	2.8±0.2
5 В	10.82	2.9±0.3	4.2±0.5
6 С	12.00	3.3±0.4	4.7±0.5
8 O (SiO ₂)	16.00	2.2±1.0	3.0±1.0
9f (CaF ₂)	19.00	3.7±1.0	6.4±1.3
11 Na	23.00	3.3±0.7	3.2±0.6
12 Mg	24.32	3.6±0.4	3.9±0.4
13 Al	26.97	3.1±0.4	3.8±0.4
14 Si	28.06	4.4±0.6	7.2±0.9
15 P	31.02	1.8±0.7	2.4±0.4
16 S	32.06	2.5±0.4	2.3±0.4
17 Cl (PbCl ₂)	35.46	4.6±1.6	3.8±1.6
19 K	39.10	4.3±1.0	7.4±1.4
20 Ca	40.07	5.2±0.9	4.1±1.1

атомов, входящих в данное химическое соединение, равна поперечнику, определенному из соединения.



Выбирались химические соединения, не содержащие кристаллизационной воды. Порошки тщательно просушивались и запаивались герметически в тонкие жестяные цилиндры. Литий, натрий и калий, тщательно очищенные, помещались в такие же цилиндры, фосфор брался желтый, негигроскопичный и, чтобы избежать окисления, также находился в жестяном цилиндре.

Два диспрозиевых цилиндрических детектора (оксид диспрозия помещался между стенками двух коаксиальных цилиндров, причем внутренний цилиндр был из алюминия 0.05 мм толщиной) облучались до насыщения в течение 15 час. (полупериод распада диспрозия—2.5 часа), и затем их активности измерялись на счетчике Гейгера-Мюллера диаметром 1.8 см и 6 см высотой. За измерением без рассеивателя непосредственно следовало измерение с рассеивателем. Начальная активность детектора составляла 90 отсчетов в 1 мин. Разрешающая сила механического счетчика была 1500—1600 отсчетов в 1 мин. Отсчеты записывались через каждые 10 мин.

Для уменьшения естественного эффекта (фона) счетчик был окружен 10-сантиметровым слоем свинца. Такая защита снижала фон счетчика от 35—40 отсчетов в 1 мин. до 9—10 в 1 мин. Благодаря такому малому фону сравнительно с эффектом можно было вести счет активности детекторов непрерывно в течение 5 час. и затем уже измерять отдельно фон. Неоднократные контрольные измерения показали, что даже колебания величины фона на 20% мало сказываются на значении поперечника σ . Обычно же колебания величины фона не превышали 7%. Чувствительность счетчика контролировалась урановым стандартом и на протяжении многих измерений оставалась постоянной в пределах статистических погрешностей. Счетная установка состояла из мультивибратора Геттинга (?), тиратрона и счетчика телефонных разговоров.

Так как пучок нейтронов нельзя было считать параллельным, то необходимо было при вычислении поперечника σ ввести поправку на геометрию установки. Эта поправка вводилась на основании следующих соображений. Принимая, что нейтроны рассеиваются со сферической сим-

метрией по отношению к координатной системе с центром в ядре, и считая площадь детектора равной площади сечения парафинового шара, мы можем написать:

$$a = \frac{n\omega_0}{4\pi} e^{-N\sigma\delta} + \frac{n\omega_1}{4\pi} \frac{1 - e^{-N\sigma\delta}}{4\pi} \omega_2, \quad (1)$$

где n — полное количество нейтронов, испускаемых бериллиевым шаром в единицу времени, ω_0 — телесный угол из центра источника нейтронов на детектор (парафиновый шар), ω_1 — телесный угол из центра источника на рассеиватель, ω_2 — телесный угол из центра рассеивателя на детектор, N , σ и δ — соответственно число атомов в 1 см^3 рассеивателя, поперечник рассеяния и толщина рассеивателя и a — число нейтронов, попадающих в единицу времени на детектор в присутствии рассеивателя, пропорциональное числу отсчетов счетчика.

Замечая, что $\frac{n\omega_0}{4\pi} = b$ будет пропорционально числу отсчетов счетчика без рассеивателя, и обозначая для краткости $\frac{\omega_1\omega_2}{4\pi\omega_0}$ буквой α , преобразуем формулу (1) к следующему виду:

$$\sigma = \frac{1}{N\delta} \ln \frac{1 - \alpha}{\frac{a}{b} - \alpha}. \quad (2)$$

По этой формуле и были вычислены все поперечники.

В таблице приведены полученные значения σ и для сравнения в 4-й колонке приведены предыдущие результаты авторов при измерении σ с нейтронами 240 keV (1, 2). Эти же данные приведены и на диаграмме.

Из диаграммы видно, что хотя колебания σ аналогичны колебаниям σ с нейтронами 240 keV, но все значения их или лежат ниже, или совпадают в пределах статистических ошибок измерения.

Из этого можно сделать заключение, что с увеличением энергии нейтронов значения σ приближаются к монотонной зависимости от атомного веса элемента. Это заключение подтверждается и упомянутыми выше работами Кикучи и Аоки (4) и Цина, Зили и Когена (5), где колебания σ еще меньше.

В дальнейшем мы надеемся продолжить эти измерения на возможно большее число тяжелых элементов.

Украинский физико-технический институт
Харьков

Поступило
29 X 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Голобородько и Лейпунский, ДАН, XX, № (1939). ² Федоров и Перфильева, Sowjetphys., 11, 600 (1937). ³ Dunning, Pegram, Fink a. Mitchell, Phys. Rev., 47, 416 (1935). ⁴ Kikuchi a. Aoki, Phys. Rev., 55, 103 (1939). ⁵ Zinn, Seely a. Cohen, Phys. Rev., 56, 200 (1939). ⁶ Allison и др., Phys. Rev., 55, 107 (1939). ⁷ Getting, Phys. Rev., 53, 103 (1938).