

Основную трудность при теоретическом анализе $\sigma_{n,\gamma}$ для Mo^{100} представляет отсутствие надежной схемы уровней ядра-мишени. Приведенная в табл. 2 схема ориентировочно и получена из анализа соседних четно-четных изотопов.

На рис. 2 проводится сравнение экспериментальных и расчетных $\sigma_{n,\gamma}$ для Mo^{100} . Расчет хорошо согласуется с экспериментом в области энергий 1—100 кэв. В области энергий 0,1—1 Мэв теоретическая кривая передает лишь форму энергетической зависимости $\sigma_{n,\gamma}$, отличаясь по абсолютной величине от эксперимента. Как и в случае меди, подбором параметров ξ и α не удается согласовать теорию с опытом во всей рассматриваемой области энергий. Расчеты в области выше 1 Мэв не могут быть проведены из-за отсутствия данных по уровням Mo^{100} .

Теория хорошо передает для Mo^{100} резкий излом в сечении при 500 кэв. Он обусловлен конкуренцией неупругого рассеяния нейтронов с возбуждением уровня 2^+ при 474 кэв. Сильнее всего при этом падает сечение захвата нейтронов с $l = 3$.

Во всех рассмотренных нами случаях уже при сравнительно малых энергиях существенную роль начинает играть захват нейтронов с $l \geq 1$. В поведении сечений всех рассматриваемых ядер наблюдаются некоторые общие закономерности. Везде, за исключением лишь очень малых энергий, парциальное сечение p -волны идет выше сечения для s -нейтронов. Причем для случая $l = 0$ наблюдается более резкий спад сечения по сравнению с $l = 1$.

В районе 10 кэв становится заметным вклад d -волны, и уже при 60—70 кэв радиационный захват, обусловленный этой волной, становится сравнимым с захватом s -нейтронов. При несколько больших энергиях сечение радиационного захвата d -нейтронов достигает величины сечения захвата p -нейтронов. В дальнейшем эти сечения остаются приблизительно равными.

Парциальное сечение захвата нейтронов с $l = 3$ начинает сказываться для меди при энергии 300 кэв и при 1 Мэв достигает значений, соответствующих $l = 1$ и $l = 2$. Захват s -нейтронов при такой энергии уже в несколько раз меньше. Для Mo^{100} p -волна вступает в игру при 100 кэв, и уже при 300 кэв парциальное сечение для нее сравнивается с сечениями для $l = 1$ и $l = 2$.

Проведенные расчеты показывают, что даже сравнительно грубая теория в том виде, в каком она применялась в настоящей работе, в состоянии удовлетворительно описать зависимость сечений радиационного захвата нейтронов от энергии. При этом параметры теории из работы [9] оказываются оптимальными.

Следует указать на приближенный характер приведенных расчетов. В частности, не учитывались спин-орбитальное взаимодействие, распределение приведенных нейтронных ширин, зависимость плотности уровней от спина и т. д. В настоящее время составляется программа, где будут учтены указанные выше обстоятельства.

Поступило в Редакцию 10/X 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Толстикова. Диссертация, 1960.
2. Ю. Я. Стависский, В. А. Толстикова. «Атомная энергия», 10, 508 (1961).
3. R. Macklin, N. Lazar, W. Lyon. Phys. Rev., 107, 504 (1957).
4. J. Vervier. Nucl. Phys., 9, 569 (1958/59).
5. R. Henkel, H. Barschall. Phys. Rev., 80, 145 (1950); D. Hughes, R. Schwartz. Neutron Cross Sections. Supl. 1. Upton, N. Y., BNL., 1957.
6. E. Bilpuch, L. Weston, H. Newson. Ann. Phys., 10, 455 (1960).
7. С. П. Капучингашев, Ю. П. Попов. «Атомная энергия», 15, 120 (1963).
8. V. Margulis. Phys. Rev., 88, 327 (1952); A. Lane, J. Lynn. Proc. Phys. Soc. A, 70, 557 (1957); П. Э. Немировский. ЖЭТФ, 39, 1737 (1960); В. А. Толстикова, В. Е. Кольдесов, В. С. Стависский. «Атомная энергия», 11, 56 (1961).
9. И. В. Гордеев, Д. А. Кардашев, А. В. Малышев. Ядерно-физические константы. Справочник. М., Госатомиздат, 1963.
10. Б. С. Желепов, Л. К. Пекер. Схемы распада радиоактивных ядер. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1958.
11. A. Johnsrud, M. Silbert, H. Barschall. Phys. Rev., 116, 927 (1959).
12. D. Hughes, R. Garth, J. Levin. Phys. Rev., 91, 1423 (1953).
13. D. Hughes, R. Schwartz. Neutron Cross Sections. Supl. 1. Upton, N. Y., BNL, 1957.
14. Ю. Я. Стависский, А. В. Шапарь. «Атомная энергия», 15, 323 (1963).
15. H. Schmitt, C. Cook. Nucl. Phys., 20, 207 (1960).
16. B. Diven, J. Terrell, A. Hemmendinger. Phys. Rev., 120, 556 (1960).
17. Т. С. Беланова. ЖЭТФ, 34, 574 (1958).
18. J. Gibbons et al. Phys. Rev., 122, 182 (1961).

УДК 539.170.2:539.172.4

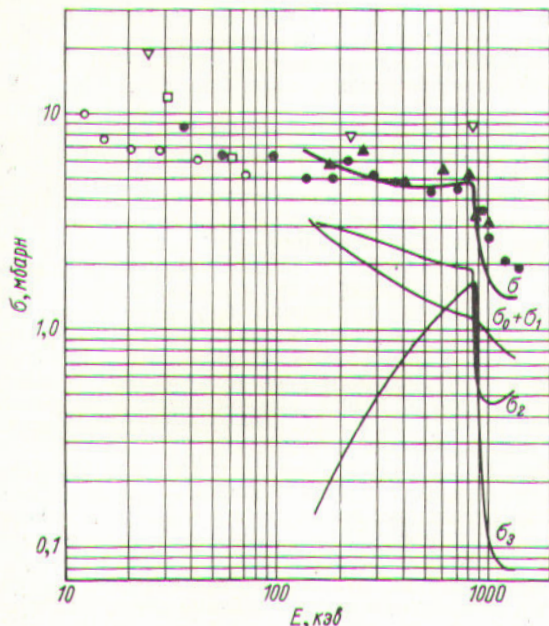
Сечения радиационного захвата быстрых нейтронов для железа

А. В. Мальшев, Ю. Я. Стависский, А. В. Шапарь

Известно, что неупругое рассеяние нейтронов может сильно влиять на энергетическую зависимость сечения радиационного захвата быстрых нейтронов. Характерным примером является поведение сечения захвата нейтронов изотопом Fe^{56} . Ранее нами была измерена энергетическая зависимость сечения захвата нейтронов для естественной смеси изотопов железа в интервале энергий 0,03—0,9 Мэв [1]. В этих измерениях, как и в работе [2], наблюдался спад сечения захвата при

энергии нейтронов больше энергии уровня 845 кэв ($J = 2^+$) основного изотопа железа Fe^{56} , что связано с конкуренцией неупругого рассеяния. Для выяснения поведения сечения при больших энергиях нейтронов были проведены измерения σ_c для естественной смеси изотопов железа при энергиях нейтронов 1; 2 и 1,4 Мэв. Методика измерений аналогична описанной ранее [1]. Энергетическое разрешение составляло 40 кэв, точность полученных результатов 20%. Резуль-

таты измерений вместе с полученными ранее данными приведены на рисунке. Видно, что при энергии нейтронов больше 900 кэв сечение захвата падает. При этом величина сечения уменьшается до ~2 мбарн при энергии нейтронов 1,2 и 1,4 Мэв. Сплошными линиями показаны результаты расчета сечений радиационного



Энергетическая зависимость сечения радиационного захвата для железа.

Данные работ: ● — настоящей; ▲ — [2]; □ — [3]; ○ — [4]; ▽ — [5].

захвата для Fe^{56} , выполненного по формулам статистической теории [6]. Значком σ_i обозначена кривая сечения радиационного захвата нейтронов с орбитальным моментом i .

Проницаемости ядерной поверхности в оптической модели были рассчитаны в работе [7] для потенциала

$$U = U_0 \frac{1 + i\xi}{1 + \exp\left[\frac{R - r}{a}\right]} \text{ при } R = 1,25 A^{1/3} \cdot 10^{-13} \text{ см};$$

$U_0 = 45 \text{ Мэв}$; $\xi = 0,1$; $a = 0,5 \cdot 10^{-13} \text{ см}$. Среднее расстояние между уровнями с $l = 0$ ($D = 2,2 \cdot 10^4 \text{ эв}$) взято из работы [8]. При проведении расчетов варьировалась средняя радиационная ширина, так как точные данные о ее величине отсутствуют. Согласно результатам расчета и экспериментальных данных получено при $\Gamma_\gamma = 0,45 \text{ эв}$. Это значение относится к энергии возбуждения составного ядра, равной 7,64 Мэв, что соответствует захвату тепловых нейтронов.

Некоторое расхождение результатов расчета с данными эксперимента при энергии нейтронов больше 845 кэв можно объяснить вкладом других изотопов железа, так как измерения проводились для естественной смеси изотопов. Сильное возбуждение уровня $E = 845 \text{ кэв}$ ($J = 2^+$) приводит к резкому падению сечения захвата у основного изотопа железа Fe^{56} . Сечения радиационного захвата других изотопов, содержание которых составляет 8,4% в интервале энергий нейтронов 0,845—1,4 Мэв, по-видимому, ведут себя более плавно. Произвести надежные расчеты для этих изотопов трудно, так как неизвестны необходимые параметры. Были оценены сечения радиационного захвата для Fe^{54} и Fe^{57} при энергии падающих нейтронов 1345 кэв. Прием среднее расстояние между уровнями для этих изотопов вычислялось на основании данных работы [9]. Значение Γ_γ принималось таким же, как и в случае Fe^{56} . Полученные сечения равны: 7,8 мбарн для Fe^{54} и 4,9 мбарн для Fe^{57} ; сечение радиационного захвата для естественной смеси изотопов равно 1,9 мбарн, что хорошо согласуется с результатами измерений.

Поступило в Редакцию 28/XII 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Я. Стависский, А. В. Шапарь. «Атомная энергия», 10, 264 (1961).
2. В. Diven, I. Terrel, A. Hemmendinger. Phys. Rev., 120, 556 (1960).
3. I. Gibbons et al. Phys. Rev., 122, 182 (1961).
4. А. И. Исаков, Ю. П. Попов, Ф. Л. Шапиро. ЖЭТФ, 38, 989 (1960).
5. Т. С. Беланова. Там же, 34, 574 (1958).
6. В. Margolis. Phys. Rev., 88, 327 (1952).
7. В. Е. Колесов, С. М. Ермаков, Г. И. Марчук. В сб. «Нейтронная физика». М., Госатомиздат, 1961, стр. 310.
8. Н. Newson et al. Ann. Phys., 14, 387 (1961).
9. А. В. Малышев. ЖЭТФ, 45, 316 (1963).

УДК 539.122

Использование метода Монте-Карло для расчета прохождения γ -излучения через вещество

Л. М. Шуркин

В работе описываются приемы уменьшения объема вычислений при расчете отдельной истории γ -кванта методом Монте-Карло. Разработанные приемы позволяют сравнительно легко при ручном методе счета рассчитывать приблизительно 20—60 историй в час. Благодаря этому удается, не применяя электронно-

счетные машины, рассмотреть многие задачи по прохождению γ -квантов, решить которые другими методами невозможно.

Из общепринятой [1, 2] схемы расчета методом Монте-Карло прохождения излучения через пластину вещества выделим три наиболее трудоемкие операции: