

РЕЗОНАНСНЫЙ ХАРАКТЕР СЕЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕЙТРОНОВ С Pb^{207}
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ НЕЙТРОНОВ 15,1 - 17,1 Мэв

Б. А. Бенецкий, В. В. Нефедов,
И. М. Франк, И. В. Штрахн

По мере увеличения точности измерений можно ожидать проявления в ходе $\sigma_{\text{полн}}$ для быстрых нейтронов ранее не наблюдавшихся особенностей, которые могут быть обусловлены механизмом взаимодействия или связаны с энергетической структурой ядра в области высоких возбуждений. Попытка поисков таких особенностей содержится в ранее опубликованной нами работе /1/, посвященной измерению $\sigma_{\text{полн}}$ для Pb^{207} и Pb^{208} в области $13,6 \leq E_n \leq 14,4$ Мэв.

Стремясь расширить диапазон исследований в области высоких возбуждений ядер вблизи замкнутых оболочек, мы измерили $\sigma_{\text{полн}}$ для Pb^{207} до энергий нейтронов 17,1 Мэв. В целом, это соответствует энергии возбуждения составного ядра Pb^{208} $21,0 \leq \epsilon \leq 24,5$ Мэв. Именно в этой области можно ожидать возбуждения аналоговых состояний (АС) Pb^{208} /2/.

Изучение АС в ядре Pb^{208} проводилось экспериментально Довером и Хофнером /3/ при фотовозбуждении этого ядра и измерения сечения реакций (γ, p) и (γ, np) . Наблюдался резонанс при $E_\gamma = 24,9$ Мэв. Аналогичный результат был получен в реакции (e, ep) . Этот резонанс интерпретирован авторами как возбуждение одного из АС, предсказанных ранее на основании расчетов Довера и Диктрихта /4/ для t_1^{208} .

Однако фотовозбуждение АС должно давать преимущественно информацию о состояниях с малыми спинами. В то же время возбуждение протонами невозможно из-за нестабильности ядра t_1^{207} .

При использовании нейтронов можно, в принципе, ожидать проявления аналоговых резонансов в ходе сечений $\sigma_{\text{пп}}$, $\sigma_{\text{пн}}$ и $\sigma_{\text{пр}}$

и $\sigma_{\text{пч}}$. Во всех этих случаях возбуждение АС запрещено по изоспину. Тем не менее, запрет по изоспину не может полностью исключить возможность возбуждения АС в реакциях с нейтронами (подобно тому, как это и имеет место для обратной реакции (p,n)). Более того, смешивание уровней с различными изотопспинами, рассматриваемое в работах Урина и Зарецкого /5/, указывает возможный механизм возбуждения АС нейтронами.

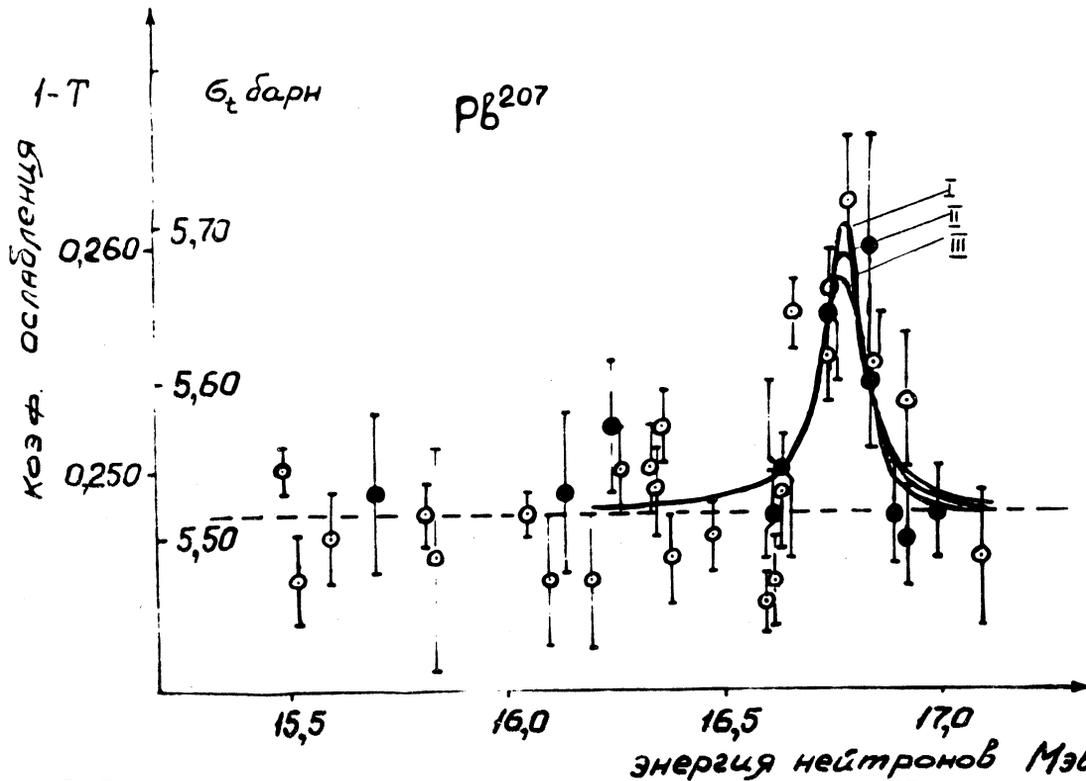
Таким образом, изучение АС в реакциях с нейтронами было бы интересно как с точки зрения природы этих состояний, так и из-за расширения диапазона исследуемых объектов.

В ядре Pb^{208} аналог основного состояния Tl^{208} должен возбуждаться при $E_{\text{п}}$ около 15,5 Мэв.

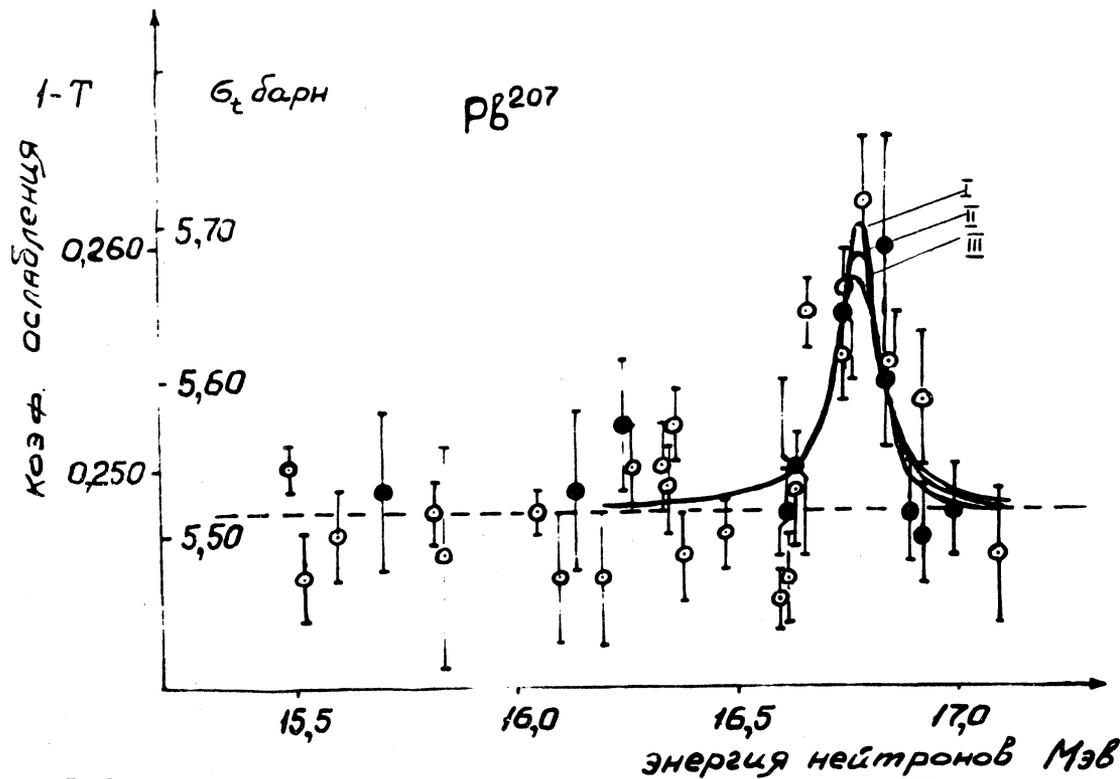
Метод измерений $\sigma_{\text{полн}}$ и аппаратура описаны в работе /1/. Полученные экспериментальные данные представлены на рис. 1. Если аппроксимировать ход сечения в интервале 13,3 + 16,1 Мэв гладкой кривой, описав ее полиномом третьего порядка, и определить параметры методом минимума χ^2 , то окажется, что в пределах точности измерений $\sigma_{\text{полн}}$, возрастая, стремится к некоторой постоянной величине $\sigma_0 = 5,51$ барн и выходит на "плато" при $15,5 \leq E_{\text{п}} \leq 16,1$ Мэв. Экстраполируя полученное значение на область $E_{\text{п}} > 16$ Мэв (пунктир на рисунке) и вычитая его из экспериментальных данных, получим распределение точек, представленное на рис. 1. Показанные на этом рисунке кривые проведены по методу минимума χ^2 в предположении различных значений ширины резонанса. Параметры, соответствующие различным Γ , не приводятся, так как в пределах достигнутой точности им не следует придавать определенный физический смысл. Фактическая полуширина пика, по-видимому, существенно не превышает энергетического разрешения $\Delta E_{\text{п}} = 50 \div 70$ кэв (см. рис.).

Полученные данные указывают на наличие особенностей резонансного характера в ходе сечения $\sigma_{\text{полн}}$ для Pb^{207} в интервале 15 + 17 Мэв. Эта область соответствует возбуждению АС в ядре Pb^{208} . Систематическое отклонение точек при энергии около 16,8 Мэв (16,7 в системе центра масс) позволяет предположить, что наблюдается аналоговый резонанс, соответствующий уровню с энергией 24,1 Мэв в ядре Pb^{208} .

Аналог основного состояния 5+ ядра Tl^{208} по оценке, вытекающей из полуэмпирической зависимости E_c от A и Z /6/, должен



Р и с. 1. Энергетическая зависимость полного нейтронного сечения для Pb^{207} в области энергий нейтронов от 15,5 до 17,2 МэВ. Темные и светлые точки относятся к различным сериям измерений. Кривые проведены для следующих значений ширины: $\Gamma = 100$ кэВ (I), $\Gamma = 120$ кэВ (II), $\Gamma = 140$ кэВ (III).



Р и с. 1. Энергетическая зависимость полного нейтронного сечения для Pb^{207} в области энергий нейтронов от 15,5 до 17,2 Мэв. Темные и светлые точки относятся к различным сериям измерений. Кривые проведены для следующих значений ширины: $\Gamma = 100$ кэв (I), $\Gamma = 120$ кэв (II), $\Gamma = 140$ кэв (III).

находиться при $\epsilon = 22,9$ Мэв. Таким образом, наблюдаемый нами резонанс соответствует уровню материнского ядра около 1,2 Мэв. Как сказано выше, экспериментально наблюдается также резонанс, соответствующий АС ядра Pb^{208} при энергии $\epsilon = 24,9$ Мэв /3/. К сожалению, система уровней ядра Tl^{208} экспериментально исследована достаточно подробно лишь до энергии возбуждения порядка 1 Мэв. Поэтому сопоставление наблюдавшихся резонансов с экспериментально установленными уровнями Tl^{208} не представляется возможным. Аналог основного состояния Tl^{208} в Pb^{208} также, по-видимому, пока не наблюдался. Так как основное состояние Pb^{207} имеет спин и четность $1/2^-$, то для возбуждения аналога основного состояния $\text{Tl}^{208}(5^+)$ необходимо, чтобы нейтрон приносил момент не менее $l = 5$. Если же вероятность возбуждения аналога основного состояния не более 30% по сравнению с наблюдаемым резонансом, то он необнаружим в пределах точности наших измерений.

Полученный нами результат указывает на вероятный случай возбуждения АС в составной системе при захвате нейтрона.

Резонансная часть сечения $\sigma_{\text{полн}}$ при этом составляет значительную величину, не менее 200 мбарн, и этот факт должен учитываться при обсуждении природы входных состояний и вопроса о возбуждении их нейтронами.

Предполагается дальнейшее уточнение экспериментальных данных.

Поступила в редакцию
5 января 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Б. А. Бенецкий, В. В. Нефедов, И. М. Франк, И. В. Штраших. Краткие сообщения по физике № 12, 82 (1970).
2. G. H. Lenz, G. M. Temmer. Nucl. Phys., A112, 625 (1968).
3. C. V. Dover, J. Hufner. Phys. Letts., 32B, 253 (1970).
4. C. V. Dover, K. Dictrich. Nucl. Phys., A135, 48 (1969).
5. Д. Ф. Зарецкий, М. Г. Урин. ЯФ, 12, 515 (1970).
6. J. D. Anderson, C. Wong, J. W. McClure Phys. Rev., 138B, 615 (1965).