Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 3

ФИЗИКА

Е. М. ЛЕЙКИН, Р. М. ОСОКИНА и Б. С. РАТНЕР

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ (γp) НА НИКЕЛЕ

(Представлено академиком В. Н. Кондратьевым 1 II 1955)

При помощи методики, описанной в [1], изучалось энергетическое и угловое распределение фотопротонов из никеля. Мишенью служила фольга толщиной 44,5 мг/см², изготовленная из естественной смеси изотопов никеля с содержанием примесей не более 0,01%. Протоны регистрировались в эмульсии НИКФИ Я-2 толщиной 150; 300 и 400 μ. Облучение производилось при максимальных энергиях тормозного излучения $E_{\gamma m} = 21{,}5$; 25,5 и 28,0 Мэв. При просмотре было отобрано 12817 следов на площади 48,6 см².

Результаты и обсуждение. В энергетическом распределении фотопротонов при $E_{\gamma m} = 25{,}5$ Мэв, приведенном на рис. 1, наблюдается значительный избыток быстрых частиц по сравнению с распределением, рассчитанным согласно статистической теории в предположении, что плотность уровней конечного ядра меняется по закону $\omega(E_R) = \text{const} \cdot \exp \sqrt{aE_R}$ при $a_1 = 3{,}35\,(A\text{-}40)^{1/2}$ и $a_2 = 1{,}6\,(A\text{-}40)^{1/2}$. При энергиях $E_{\gamma m} = 21{,}5$ и 28,0 Мэв получены аналогичные результаты.

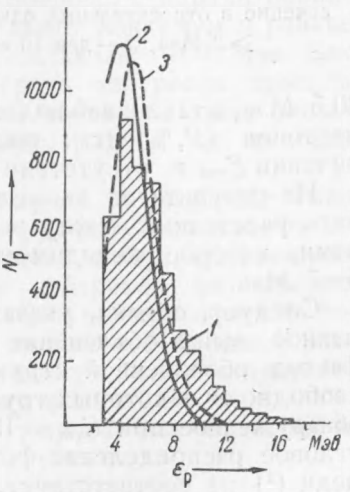


Рис. 1. Энергетическое распределение фотопротонов (интегральное). *1* — опытное распределение; *2* и *3* — расчетные кривые: *2* — для $a_1 = 3{,}35\,(A\text{-}40)^{1/2}$, *3* — для $a_2 = 1{,}6\,(A\text{-}40)^{1/2}$

На рис. 2 приведены угловые распределения всех регистрируемых протонов, а также протонов с энергией $\varepsilon_p \geqslant 10$ Мэв для $E_{\gamma m} = 21{,}5$ и 25,5 Мэв. Полученные распределения, повидимому, близки к изотропному. Таким образом, обнаруженному в энергетическом распределении отклонению от статистической теории не отвечает преимущественное испускание протонов в каком-либо направлении.

Для интерпретации полученных на никеле результатов интересно сопоставить их с результатами на меди [1]. Легко видеть, что результаты, полученные на никеле при всех значениях $E_{\gamma m}$, близки к результатам на меди при $E_{\gamma m} = 28{,}0$ и 30,5 Мэв.

Как уже отмечалось, значительная доля фотопротонов из меди обусловлена прямым фотоэффектом [1]. Повидимому, этим же механизмом вызван избыток быстрых фотопротонов на никеле.

При поглощении γ-кванта отдельным нуклоном процесс должен зависеть от состояния нуклона в ядре. Поэтому следует ожидать, что при прямом фотоэффекте скажется оболочечное строение ядра. Можно показать, что модель оболочек позволяет качественно объяснить полу-

ченные результаты. Согласно существующей схеме заполнения уровней ([2]), ядру меди соответствует следующая конфигурация протонов: $(1S_{1/2})^2 \ldots (4f_{7/2})^8(3P_{3/2})^1$, а ядру никеля — конфигурация $(1S_{1/2})^2 \ldots (4f_{7/2})^8$.

Из энергетических соображений ясно, что в случае меди в число протонов с энергией $\varepsilon_p \geqslant 10$ Мэв при $E_{\gamma m} = 19{,}0$ Мэв могут попадать протоны лишь с верхнего уровня $(3P_{3/2})^1$. Это, повидимому, справедливо и для $E_{\gamma m} = 24{,}0$ Мэв. При увеличении $E_{\gamma m}$ до 28,0 а 30,5 Мэв в число быстрых протонов попадают частицы с более глубокого уровня $(4f_{7/2})^8$. На никеле даже при $E_{\gamma m} = 21{,}0$ Мэв быстрые протоны обусловлены фотоэффектом с уровня $(4f_{7/2})^8$. В связи с этим становится понятной близость результатов, полученных на никеле при всех значениях $E_{\gamma m}$, к результатам на меди при $E_{\gamma m} = 28{,}0$ и 30,5 Мэв, а также наблюдаемое на меди резкое изменение доли быстрых протонов (P, %) (см. рис. 3) и их угловых распределений при увеличении $E_{\gamma m}$ и отсутствие такого изменения на никеле.

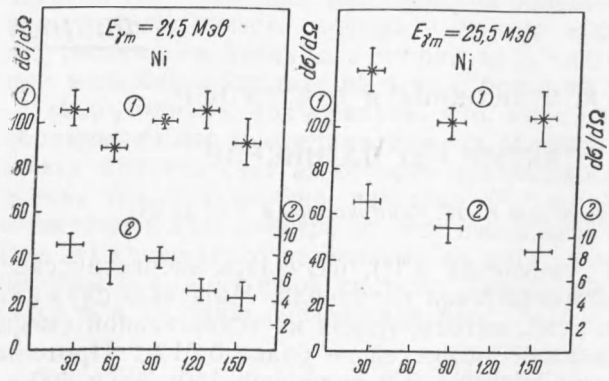


Рис. 2. Угловое распределение фотопротонов. $d\sigma / d\Omega$ сечение в относительных единицах. *1* — для $\varepsilon_p \geqslant 3$ Мэв, *2* — для 10 $\varepsilon_p \geqslant 10$ Мэв

Из результатов на меди можно оценить расстояние между верхними уровнями, которое, повидимому, составляет 5—7 Мэв.

Следует, однако, указать, что приведенное выше объяснение наблюдаемых фактов оболочечной структуры ядра не свободно от некоторых трудностей. Так, обнаруженное при $E_{\gamma m} = 19{,}0$ и 24,0 Мэв угловое распределение фотопротонов из меди ([1]) не соответствует, согласно ([3]), фотоэффекту с оболочки $(3P_{3/2})^1$. Кроме того, полученное угловое распределение предполагает очень большую прозрачность ядра. Возможно, что для понимания всей совокупности опытных фактов необходимо, помимо оболочек, учесть поверхность ядер, могущую играть существенную роль в механизме ядерного фотоэффекта.

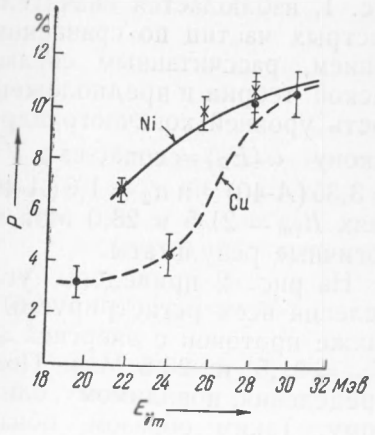


Рис. 3. Зависимость доли быстрых протонов P от $E_{\gamma m}$

Авторы весьма признательны чл.-корр. АН СССР В. И. Векслеру за плодотворное обсуждение результатов и выражают благодарность Э. М. Королевой и Р. Д. Полукаровой, участвовавшим в просмотре пластинок, а также сотрудникам группы эксплуатации синхротрона.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило
28 I 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. М. Лейкин, Р. М. Осокина, Б. С. Ратнер, ДАН, **102**, № 2 (1955). [2] P. F. Klinkenberg, Rev. Mod. Phys., **24**, 63 (1952) [3] E. D. Courant, Phys. Rev., **82**, 703 (1951).