

ФИЗИКА

А. Я. АБРАМОВ

УРОВНИ ЭНЕРГИИ Mn⁵⁶ И V⁵²

(Представлено академиком П. И. Лукирским 14 VI 1950)

Изучалось энергетическое распределение протонов, возникающих в результате бомбардировки марганцевых и ванадиевых мишнейей дейтонами с энергией $3,8 \pm 0,1$ Мэв. Наличие у марганца и ванадия только по одному стабильному изотопу, позволило однозначно приписать эти протоны реакциям Mn⁵⁵ (d, p) Mn⁵⁶ и V⁵¹ (d, p) V⁵².

Изучение спектра протонов производилось так же, как это было описано в недавно опубликованных работах Ю. А. Немилова (1-3). В этих работах исследуемые протоны проходили клиновидный фильтр и, попадая на фотографическую пластиинку, чернили ее. По сопоставлению спадов потемнения пластиинки с соответствующими толщинами фильтра определялись пробеги протонов.

В нашем случае, однако, вследствие малого сечения реакций, не удалось получить протоны достаточной интенсивности для того, чтобы по почернению пластиинки различить отдельные энергетические группы. Поэтому вместо обычной пластиинки за клином располагалась толстослойная регистрирующая протоны фотографическая пластиинка. При соответствующей геометрии опыта на пластиинке можно было наблюдать с помощью микроскопа резко уходящие в глубину следы протонов, число которых убывало от тонкого края клина к толстому. Характерная картина, наблюдаемая в поле зрения микроскопа, показана на рис. 1.

В качестве мишней использовались чистые марганцевые пленки без подкладки, полученные испарением в вакууме, и тонкие слои окиси ванадия, нанесенные на 0,5-микронную серебряную фольгу. Все мишени не превышали толщины, эквивалентной 0,5 см воздуха.

С помощью окулярной сетки считали число следов в поле зрения микроскопа. Счет проводился вдоль „полосы измерения“, идущей от начала клина (тонкий край) к толстому краю. Несколько первых



Рис. 1 Микрофотография характерной картины в поле зрения микроскопа

полей зрения от начала клина занимали следы дейтонов. Обычно их было слишком много для счета и граница их определялась по резкому уменьшению плотности следов. В некоторых случаях (один из них показан на рис. 2) удалось произвести приблизительный подсчет следов в этой области.

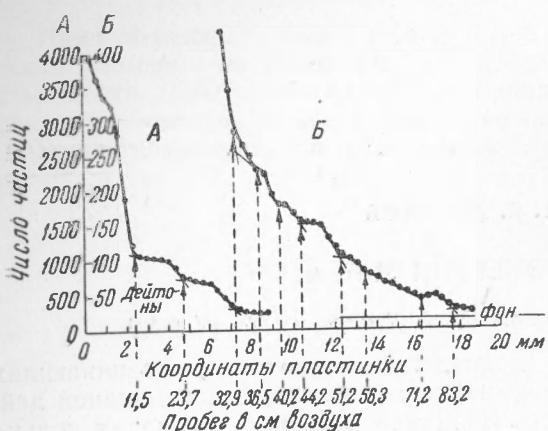


Рис. 2. Группы протонов из реакции $Mn^{55}(d, p) Mn^{56}$

Две характерные кривые показаны на рис. 2.

На рис. 2, виду сильно различающегося числа следов, начало и конец кривой построены в разных масштабах (A и B). Стрелки проведены в концах спадов, перед началом горизонтальных участков. В некоторых случаях горизонтальные участки не ярко выражены и конец спада определяется точкой перегиба.

Отмеченный на рисунках горизонтальной чертой посторонний фон определялся счетом следов на участке пластиинки, закрытом латунной рамкой клина, с толщиной, эквивалентной приблизительно 200 см воздуха.

Для получения окончательных данных было использовано 10 кривых в случае марганца, для которого было сосчитано, в общей сложности, 170 000 следов, и 6 кривых для ванадия с 140 000 следов. Эти данные были сведены в таблицу, из которой определялось среднее значение пробега для каждой группы. Если данное значение пробега отсутствовало не более, чем на одной кривой, то оно считается достоверным. Пробеги, имеющиеся приблизительно на половине кривых, названы „вероятными“. Следует отметить, что при детальном рассмотрении кривых, на которых отсутствует данное значение пробега, почти всегда обнаруживается или мало заметный намек, или какой-либо косвенный признак существования этого значения пробега.

Пример одной полосы измерения не представлял статистически надежных данных. Поэтому на график наносилась сумма промеров нескольких соседних полос.

Для устранения возможных систематических ошибок всячески наризовались условия опытов: мишени, клинья, дополнительные фильтры постоянной толщины, геометрия опыта и время экспозиции. Результаты обработки каждой пластины наносились на самостоятельные графики.

рис. 2 и 3.

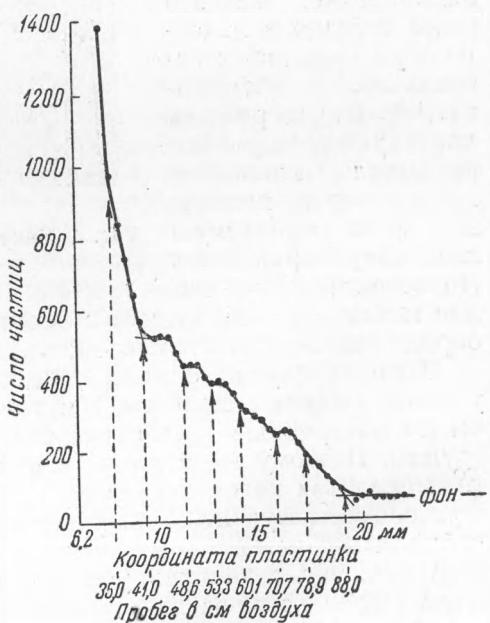


Рис. 3. Группы протонов из реакции $V^{51}(d, p) V^{52}$

В силу этого название „вероятные“ остается за этими группами только из некоторой осторожности.

Из полученных таким образом средних значений пробегов по кривым Бете и Ливингстона (4) определены энергии протонных групп и, далее, соответствующие им энергии. В конечном итоге получены уровни возбуждения ядер Mn^{56} и V^{52} .

Всего было обнаружено 9 протонных групп для реакции с марганцем и столько же для ванадия. Результаты даны в табл. 1.

Группы V, VI и VII для марганца и VI и VII для ванадия по энергии реакции почти точно соответствуют хорошо известным группам

Таблица 1

Марганец				Ванадий			
группы протонов	энергия реакции в Мэв	уровни возбуждения ядра в Мэв	относительн. интенсивность	группы протонов	энергия реакции в Мэв	уровни возбуждения ядра в Мэв	относительн. интенсивность
I	$5,09 \pm 0,15$	0	1,0	I	$5,43 \pm 0,15$	0	1,0
Ia **	$3,87 \pm 0,15$	$1,22 \pm 0,09$	0,7	II	$4,71 \pm 0,12$	$0,72 \pm 0,08$	0,7
II	$3,32 \pm 0,15$	$1,77 \pm 0,09$	0,5	III	$4,12 \pm 0,12$	$1,31 \pm 0,08$	0,4
III	$3,02 \pm 0,12$	$2,07 \pm 0,08$	0,7	IIIa	$3,78 \pm 0,12$	$1,65 \pm 0,08$	0,5
IIIa **	$2,64 \pm 0,15$	$2,45 \pm 0,09$	0,7	IV	$3,39 \pm 0,12$	$2,04 \pm 0,08$	0,5
IV	$2,27 \pm 0,10$	$2,82 \pm 0,07$	1,3	IVa	$3,16 \pm 0,15$	$2,37 \pm 0,09$	0,5
V	$2,74 \pm 0,15^*$	0 для ядра C^{13}	1,6	V	$2,68 \pm 0,08$	$2,75 \pm 0,06$	0,7
VI	$2,01 \pm 0,12^*$	0 для ядра	11,0	VI	$2,83 \pm 0,16^*$	0 для ядра C^{13}	2,5
VII	$1,02 \pm 0,10^*$	O^{17}	13,0	VII	$1,89 \pm 0,12^*$	0 для ядра O^{17}	25,0

* Энергия реакции высчитана в расчете на реакции с кислородом и углеродом соответственно.

** Группы Ia и IIIa оценены как „вероятные“.

протонов, возникающих в реакциях C^{22} (d, p) C^{13} и O^{16} (d, p) O^{17} (5). В опытах с ванадием кислород присутствует неизбежно, так как в нашем распоряжении имелась окись ванадия. Повидимому, и во всех остальных опытах может присутствовать как кислород, так и углерод, избавиться от которых, в наших условиях, было практически невозможно. Указанные группы и отнесены нами к соответствующим реакциям.

Окончательно получено 5 уровней возбуждения ядра Mn^{56} и 6 уровней возбуждения ядра V^{52} , приведенные на рис. 4.

Исходя из максимальных значений энергии реакции, соответствующих возникновению конечных ядер в основном состоянии, получены разности масс:

$$Mn^{56} - Mn^{55} = (1,00111 \pm 0,00016) \text{ Е. М.}$$

$$V^{52} - V^{51} = (1,00076 \pm 0,00016) \text{ Е. М.}$$

Имеем две работы (6, 7), в которых изучались соответствующие ядерные реакции. Одна из них (6) сделана с очень малой разрешающей способностью и малой статистикой. В ней приведено лишь по

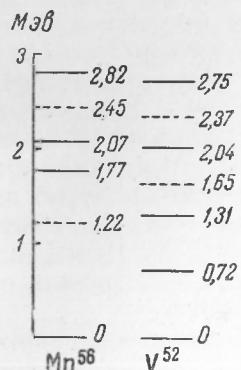


Рис. 4. Уровни возбуждения ядер Mn^{56} и V^{52} в Мэв

2 уровня возбуждения как для Mn^{56} , так и для V^{52} , которые трудно сопоставить с нашими данными. В другой работе⁽⁷⁾ получено 5 уровней возбуждения ядра Mn^{56} : 1,07; 1,77; 2,48; 3,61 и 4,38 Мэв. Первые три уровня удовлетворительно совпадают с нашими значениями, а последние два совпадают по энергии с группами, отнесенными нами к реакции с кислородом. Кроме этого, у нас дополнительно разрешены уровни с энергией в 2,07 и 2,82 Мэв.

Пользуюсь случаем принести искреннюю благодарность академику П. И. Лукирскому и Ю. А. Немилову за постоянный интерес к этой работе и ценные указания.

Поступило
30 V 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. А. Немилов и Л. И. Гедеонов, ДАН, 63, 115 (1948). ² Ю. А. Немилов, ДАН, 66, 369 (1949). ³ Ю. А. Немилов и Л. И. Гедеонов, ДАН, 70, 219 (1950). ⁴ Livingston and Bethe, Rev. Mod. Phys., 9, 245 (1937). ⁵ Buechner, Strait, Sperduto and Malm, Phys. Rev., 76, 1543 (1949). ⁶ Davydon, Phys. Rev., 56, 1062 (1939). ⁷ Martin, ibid., 72, 378 (1947).