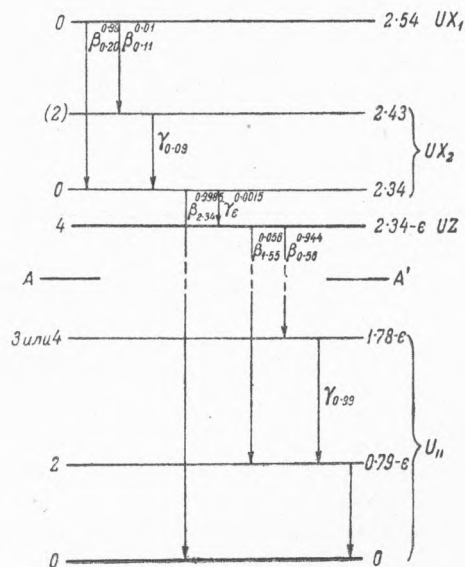


Н. Н. ДМИТРИЕВ

К ВОПРОСУ ОБ ИЗОМЕРИИ ЯДЕР УРАНА Z и УРАНА X₂

(Представлено академиком В. И. Вернадским 31 V 1938)

В опубликованной в самое последнее время работе Фезер и Бретчер (1) на основании полученных ими экспериментальных данных о γ - и β -излучении урана Z предполагают, что уран X₂ является возбужденным метастабильным состоянием урана Z. При этом оказывается,



что уран Z образуется только из урана X₂ в результате испускания последним мягких γ -лучей, а не при β -распаде урана X₁, как это предполагалось до сих пор.

Пользуясь своими экспериментальными данными о β - и γ -излучении урана Z и данными других авторов о β - и γ -излучении урана X₁ и урана X₂, Фезер и Бретчер построили схему уравнений этих ядер, приведенную на фигуре. На этой схеме цифры справа дают значение энергии соответ-

ствующего уровня в meV по отношению к основному уровню U_{II} , который условно принят за нулевой.

Значки « β » и « γ » указывают род излучения (соответственно электроны и γ -лучи). Нижние цифры у значков « β » и « γ » дают величину энергии излучения, верхние цифры—его относительную интенсивность. Масштаб по обе стороны от линии AA' различный. Цифры слева от линий уровней представляют собой значения спина, соответствующие этим уровням.

На основании своей схемы авторы пришли к заключению о том, что уран Z должен испускать две группы γ -лучей. Произведенное этими авторами на опыте изучение γ -лучей показало, что, действительно, уран Z испускает две группы γ -лучей, что является непосредственным экспериментальным подтверждением правильности этой части схемы.

С точки зрения вопроса об изомерии наибольший интерес в схеме фигуры представляет величина энергии возбуждения ϵ и разность значений спина между уровнем урана Z и основным уровнем урана X_2 . Что касается величины энергии возбуждения, то Фезер и Бретчер ее не могли определить (поэтому на их схеме она обозначена просто через ϵ).

При построении этой схемы и в частности при определении значений спина для различных уровней авторы пользовались кривыми Саржента. Фезер и Бретчер указывают также, что в некоторых отношениях имеется много различных возможностей для построения этой схемы, что, конечно, вносит неопределенность в результаты, вытекающие из нее.

Мы теперь покажем, что если воспользоваться формулой, данной Бете на основании теории Вейцекера, то можно, не пользуясь кривыми Саржента, найти вполне однозначно интересующую нас разность l значений спина, а также и величину энергии возбуждения ϵ .

Уран Z принадлежит к типу ядер, имеющих нечетный атомный номер и четный атомный вес ($z=91$, $A=234$). Для других радиоактивных ядер этого типа энергия возбуждения E_1 для первого возбуждения уровня определена экспериментально. Величина этой энергии дана в таблице, приведенной Фезером и Бретчером.

Ядро	RaC	ThC	RaE	RaC''	ThC''
z	83	83	83	81	81
A	214	212	210	210	208
E_1 в keV	52.9	238	62	62	40

Кроме элементов, указанных в таблице, к этому типу относится еще $MsTh_2$, у которого E_1 непосредственно не определено, но на основании данных о β -распаде можно предполагать, что и у него E_1 мало (1). Как видно из таблицы, для всех изученных элементов (исключая ThC) энергия E_1 лежит в узких пределах, колеблясь около среднего значения 50 keV. Поэтому естественно предположить, что и для UZ_{91}^{234} величина $E_1 = \epsilon$ будет находиться вблизи 50 keV.

Продолжительность жизни τ_γ основного состояния UX_2 по отношению к испусканию γ -лучей с энергией ϵ (γ_ϵ) выражается следующей формулой (2):

$$\tau_\gamma = 5 \cdot 10^{-21} l^2 \left(\frac{20}{\epsilon} \right)^{2l+1} \text{ сек.} \quad (1)$$

Здесь ϵ должно быть выражено в meV . Фезер и Бретчер определили экспериментально период T_γ , соответствующий этому γ -излучению, оказалось,

что $T_{\gamma} = 12.6$ часа. Отсюда средняя продолжительность жизни τ_{γ} равна: $\tau_{\gamma} = 17.4$ часа $= 6.2 \cdot 10^4$ сек. Подставив это значение τ_{γ} в (1), мы для $\varepsilon = 50$ keV получим:

$$1.24 \cdot 10^{25} = l!^2 (400)^{2l+1}. \quad (2)$$

При $l=4$ правая часть этого выражения приблизительно в 10 раз больше левой. При $l=5$ правая часть уже в 10^7 раз больше левой, а при $l=3$ она в 10^5 раз меньше левой части. Отсюда мы заключаем, что из всех возможных значений l только $l=4$ будет удовлетворять значению ε , близкому к 50 keV. Таким образом из наших рассуждений для разности значений спина однозначно получается $l=4$, что находится в согласии со схемой фигуры. Теперь можно найти точное значение ε (вместо принятого вначале среднего). Для этого подставим в (1) $\tau_{\gamma} = 6.2 \cdot 10^4$ сек. и $l=4$. Тогда получим:

$$1.24 \cdot 10^{25} = 4!^2 \left(\frac{20}{\varepsilon}\right)^9. \quad (3)$$

Отсюда для точного значения энергии возбуждения ε получаем величину $\varepsilon = 51.2$ keV.

В заключение укажем, что вследствие того, что зависимость τ_{γ} от ε гораздо менее сильная, чем от l , как это видно из (1), нам нет необходимости при вычислении величины l полагать ε равным среднему значению (50 keV).

Действительно, как показывает несложный расчет по формуле (1), для любого значения ε , которое лежит в пределах значений E_1 , имеющих место в действительности для ядер того же типа, что и уран Z (кроме ThC, см. таблицу), мы получим $l=4$, принимая $\tau_{\gamma} = 17.4$ часа.

Таким образом, пользуясь формулой для продолжительности жизни метастабильного состояния, мы вполне однозначно нашли величину энергии возбуждения и разность значений спина между уровнем урана Z и основным уровнем урана X₂.

Радиевый институт.
Академия Наук СССР.
Ленинград.

Поступило
1 VI 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ N. Feather a. E. Bretscher, Proc. Roy. Soc., **165**, 530 (1938). ² H. Vethe, Rev. of Mod. Phys., **9**, 225 (1937).