

Выходы Ti^{44} при облучении скандия протонами и дейтонами

П. П. ДМИТРИЕВ, Г. А. МОЛИН, Н. Н. КРАСНОВ

УДК 621.039.8.002

Как следует из схемы распада (рис. 1), изотоп Ti^{44} ($T_{1/2} = 48$ лет) является долгоживущим изотопом-генератором Sc^{44} ($T_{1/2} = 3,92$ ч). Гамма-спектр изотопа Ti^{44} , находящегося в равновесии с дочерним Sc^{44} , содержит следующие гамма-линии (в скобках приведены их квантовые выходы): 67,8 кэв (90%), 78,4 кэв (98%), 511 кэв (188%, аннигиляционное излучение), 1159 кэв (100%). Гамма-линии 2670 (0,14%) и 1514 кэв (0,76%) практически не наблюдаются, что связано с их малой интенсивностью [1]. Скандиевая фракция, выделенная из Ti^{44} , не содержит гамма-линий 67,8 и 78,4 кэв.

Изотоп Ti^{44} является типичным циклотронным изотопом, т. е. получается только в реакциях с заряженными частицами. Наиболее эффективными реакциями получения Ti^{44} являются $Sc^{45}(p2n)$ и $Sc^{45}(d3n)$; энергетические пороги этих реакций равны 12,5 и 15,1 Мэв соответственно.

Данные по сечениям реакций с образованием Ti^{44} приводятся только в работе [2], где измерены сечения реакции $Sc^{45}(p2n)Ti^{44}$ для десяти значений энергий протонов в диапазоне 15—85 Мэв, причем ошибки измерений сечений составляют $\pm 30\%$. На основании сечений, полученных в указанной работе, нами был оценен выход Ti^{44} для толстой мишени при энергии протонов 22 Мэв, который качественно согласуется с измеренной

нами величиной выхода этого изотопа при $E_p = 22$ Мэв.

В настоящей работе измерен выход Ti^{44} в функции энергии бомбардирующих частиц при облучении толстых мишеней из металлического скандия протонами и дейтонами. Максимальная энергия частиц составляла $E_p = 22,3 \pm 0,3$ Мэв, $E_d = 22,6 \pm 0,6$ Мэв. Работа выполнена на циклотроне ФЭИ. Для измерений активности Ti^{44} использовались гамма-линии 67,8; 78,4 и 1156 кэв. Активность и кривые выхода Ti^{44} измерялись по методике, аналогичной описанной нами в работе [3].

При облучении скандия дейтонами с большим выходом образуется Sc^{46} в реакции $Sc^{45}(dp)Sc^{46}$. Поэтому для образцов, облученных дейтонами, было выполнено радиохимическое выделение Ti^{44} . Для образцов, облученных протонами, радиохимического выделения Ti^{44} не проводилось. Активность Ti^{44} измерялась через 2, 4 и 10 месяцев после облучения, причем для всех трех случаев были получены практически одинаковые значения активности Ti^{44} .

Экспериментальные кривые выхода Ti^{44} приведены на рис. 2. Ошибка измерений выходов Ti^{44} составляет $\pm 15\%$. Результаты измерений показывают, что, например, при энергии частиц 22 Мэв выход Ti^{44} при бомбардировке протонами равен 0,040 мккюри/мкА·ч, что в 2,7

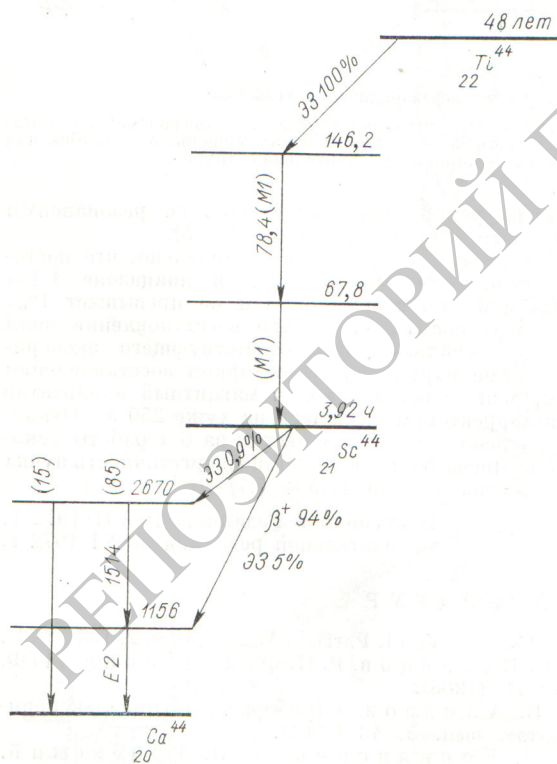


Рис. 1. Схема распада $Ti^{44} \rightarrow Sc^{44}$.

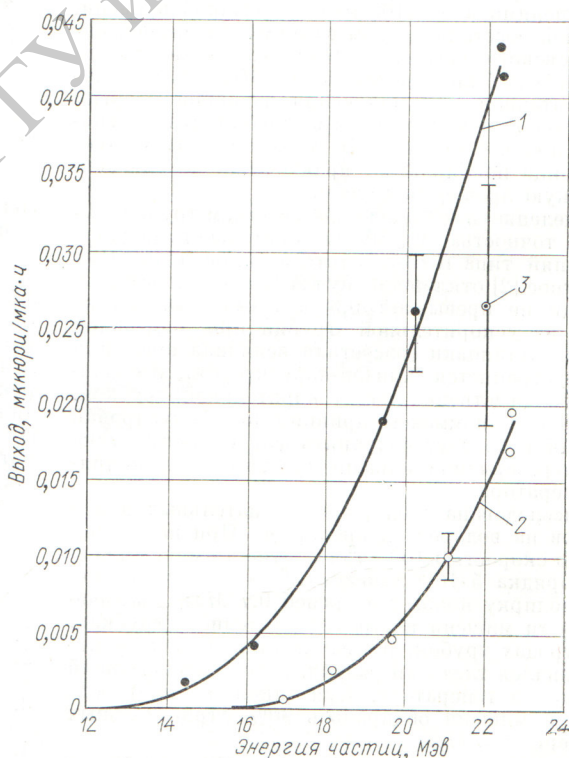


Рис. 2. Зависимость выхода Ti^{44} от энергии бомбардирующих частиц для толстых скандиевых мишеней:

1 — облучение протонами; 2 — облучение дейтонами; 3 — оценка по данным работы [2].

раза больше выхода, полученного при бомбардировке дейтонами.

Авторы благодарят Г. Н. Гриненко и З. П. Дмитриеву за помощь в работе, а также В. Г. Виноградову за проведение радиохимического выделения Ti^{44} .

Поступило в Редакцию 13/X 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. Lederer et al. Tables of Isotopes. N.Y., J. Wiley a Sons, 1967.
2. T. McGee et al. Nucl. Phys., A150, 11 (1970).
3. П. П. Дмитриев и др. «Атомная энергия», 32, 426 (1972).

Выходы Se^{72} и Se^{75} в ядерных реакциях с протонами, дейтонами и α -частицами

П. П. ДМИТРИЕВ, Г. А. МОЛИН, И. О. КОНСТАНТИНОВ, Н. Н. КРАСНОВ, М. В. ПАНАРИП

УДК 621.039.8.002

Изотопы Se^{72} ($T_{1/2} = 8,4$ дня) и Se^{75} ($T_{1/2} = 120$ дней) широко применяются в научных и прикладных исследованиях [Se^{75} распадается путем электронного захвата в As^{72} ($T_{1/2} = 26$ ч)].

Выходы изотопов Se^{72} и Se^{75}

Реакции образования	Энергетический порог реакции, Мэв	Содержание исходного изотопа, %	Данные по выходам	
			энергия частиц, Мэв	выход, мкюри/мка·ч
$As^{75}(pn)Se^{75}$	1,67	100	$21,8 \pm 0,2$	$52 \pm 7,8$
$As^{75}(d2n)Se^{75}$	3,97	100	$23 \pm 0,2$	77 ± 12
$Ge^{70}(\alpha 2n)Se^{72}$	17,6	20,6	$44 \pm 0,5$	33 ± 5
$Ge^{72}(\alpha n)Se^{75}$	6,4	27,43	42 *	20 *
$Ge^{73}(\alpha 2n)Se^{75}$	13,55	7,84	$44 \pm 0,5$	$8 \pm 1,2$
$Ge^{74}(\alpha 3n)Se^{75}$	24,3	36,40		

* Данные работы [3], выход получен интегрированием функции возбуждения.

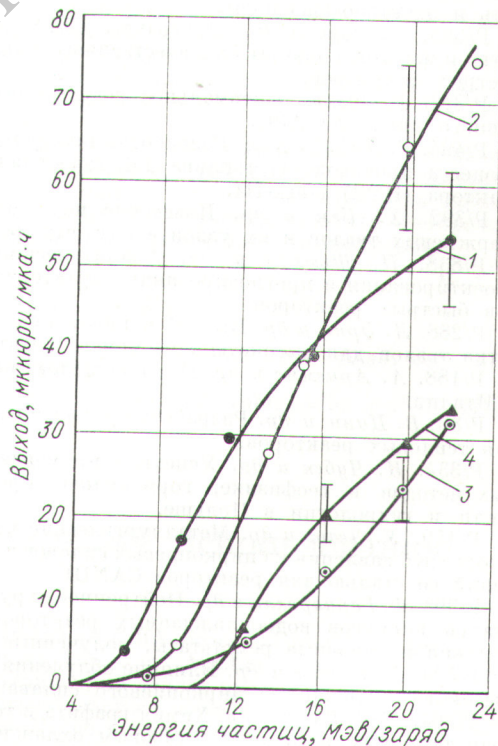
В настоящей работе измерены зависимости выходов Se^{72} и Se^{75} от энергии бомбардирующих частиц при облучении толстых мишеней мышьяка (в виде порошка) протонами и дейтонами (выходы Se^{75}) и германия (металл) — α -частицами (выходы Se^{72} и Se^{75}). Активность Se^{72} измерялась по фотопику γ -линии 835 кэв дочернего As^{72} (выход 0,78 квант/распад), активность Se^{75} — по суммарному фотопику γ -линий 256 + 280 кэв (суммарный выход 0,85 квант/распад). Значения квантовых выходов γ -линий взяты из работы [4]. Методика облу-

Примечание при корректуре. После отправки настоящей статьи в редакцию была опубликована работа, где измерена функция возбуждения реакции $As^{75}(d2n)Se^{75}$ до $E_d = 49,4$ Мэв [H. Röhler, H. Müller, J. Inorg. Nucl. Chem., 34, 1773 (1972)]. Мы выполнили численное интегрирование этой функции возбуждения и получили выход Se^{75} , равный 73 мкюри/мка·ч при $E_d = 23$ Мэв, что хорошо согласуется с величиной 77 ± 12 мкюри/мка·ч, измеренной в нашей работе.

чения и измерения выходов и активности изотопов аналогична описанной нами в работах [2].

В таблице приведены реакции, в которых образуется Se^{72} и Se^{75} , а также выходы, измеренные при максимальной энергии частиц. Экспериментальные кривые зависимости выходов Se^{72} и Se^{75} от энергии частиц представлены на рисунке. Погрешность полученных значений выходов в основном определяется систематическими ошибками при измерениях активности Se^{72} и Se^{75} и интегрального тока бомбардирующих частиц и оценена равной $\pm 15\%$.

Исследованные нами способы получения Se^{72} и Se^{75} являются наиболее эффективными при использованной энергии частиц. Для получения Se^{75} приме-



Выходы Se^{72} и Se^{75} при облучении мышьяка протонами и дейтонами и германия α -частицами:

1 — $As + p \rightarrow Se^{75}$; 2 — $As + d \rightarrow Se^{75}$; 3 — $Ge + \alpha \rightarrow Se^{75}$ (увеличено в четыре раза); 4 — $Ge + \alpha \rightarrow Se^{72}$.