

и окончательно

$$I(\lambda, x) = I_0 e^{-\mu(\lambda)x} + \frac{I_0 e^{-\mu(\lambda_0)x} x^{\frac{c}{\beta}-1}}{\Gamma\left(\frac{c}{\beta}\right)} [\mu(\lambda) - \mu(\lambda_0)]^{\frac{c}{\beta}-1} \quad (15)$$

Для случая, когда спектр состоит из « n » γ -линий, можно аппроксимировать начальный спектр ступенчатой функцией $I_0(\lambda') = I_k$, где $k = 1, 2, \dots, n$, и записать полученное выражение (12) в виде

$$I(\lambda, x) = I_k e^{-\mu(\lambda_k)x} + \frac{I_k x^{\frac{c}{\beta}-1}}{\Gamma\left(\frac{c}{\beta}\right)} \left\{ e^{-\mu(\lambda_k)x} [\mu(\lambda) - \mu(\lambda_k)]^{\frac{c}{\beta}-1} - e^{-\mu(\lambda_{k+1})x} [\mu(\lambda) - \mu(\lambda_{k+1})]^{\frac{c}{\beta}-1} \right\} \quad (16)$$

Формулы (12), (15) и (16) могут быть использованы для определения энергетического распределения γ -излучения в материальной среде. Точность расчета зависит от энергии первичного γ -излучения и глубины проникновения в материальную среду и увеличивается с ростом энергии и глубины.

Для выяснения границ применимости выражений (12), (15), (16) для $I(\lambda, x)$ был проведен численный расчет энергетического распределения γ -излучения Cr^{51}

(320 кэв) в песчаной среде. На рисунке приведено энергетическое распределение, полученное из выражения (15) путем перехода от комptonовских длин волн к энергии при условии, что $c = 3/4 nZ\sigma_0$, где n — число атомов в 1 см^3 среды; Z — атомный номер среды; σ_0 — сечение томсоновского рассеяния. Аппроксимация коэффициента поглощения песчаной среды линейной функцией производилась по данным работы [4]. Сравнение полученных нами результатов с результатами экспериментальной работы [5] дает качественно хорошее совпадение. Для иллюстрации на рисунке нанесены экспериментальные точки, взятые из работы [5] для значений x , равных 5 и 45 см, нормированные к расчетным кривым.

Отметим, что в качестве начального спектра $I_0(\lambda)$ можно приближенно брать аппаратный спектр при $x=0$.

Поступило в Редакцию 28/XI 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

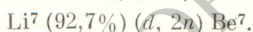
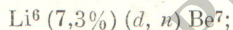
1. В. И. Огневский. «Ж. эксперим. и теор. физ.», 29, 459 (1955).
2. U. Fano. Phys. Rev., 76, 739 (1949).
3. U. Fano. J. Res. Nat. Bur. Stand., 51, 95 (1953).
4. О. И. Дейтинский, Б. В. Новожилов, В. Н. Сахаров. Распределение гамма-квантов в веществе. М., Физматгиз, 1960.
5. В. В. Матвеев, А. Д. Соколов, Р. С. Шляпников. «Атомная энергия», № 4, 57 (1956).

УДК 621.039.3:546.45.02

Получение радиоактивного изотопа Be^7 из циклотронных мишеней

И. Ф. Колосова, И. В. Колосов

В настоящее время радиоактивный изотоп Be^7 получают при облучении литвевой мишени дейтонами, ускоренными на циклотроне, в результате ядерных реакций:



Известно несколько работ по выделению Be^7 без носителя из циклотронных мишеней [1–4]. В работе [1] используется избирательная сорбция иона Be^{2+} на стеклянном пористом фильтре при определенном pH. Другой метод [2] основан на неизоморфном соосаждении Be^7 без носителя на гидроксиде железа при осаждении ее аммиаком. В ряде работ бериллий экстрагируется теноилтрифторацетоном [3] и ацетилацетоном [4].

Авторами была проверена методика выделения бериллия теноилтрифторацетоном [3], дающая, по мнению авторов, наилучшие результаты. Однако количественно выделить бериллий не удалось. Особенно плохо идет экстрагирование бериллия из органической фазы и отделение от железа. Поэтому было предложено видоизменить методику [2] и применить простейшие реактивы для количественного выделения радиоактивного Be^7 без носителя.

В работе использовались мишени двух видов:

1. Металлический литий в расплавленном состоянии под вакуумом в атмосфере гелия заливался в мишень из электролитической меди (углубление $21,5 \times 62 \text{ мм}^2$). Сверху мишень закрывалась вольфрамовой фольгой тол-

щиной 30 мк и припаивалась к основанию. Такая подготовка мишени создавала хороший тепловой контакт между фольгой, литием и охлаждаемой подложкой.

2. Металлический литий сжигался, и смесь, по-видимому, окислов и карбонатов заполнялось при тщательном прессовании углубление. Затем мишень закрывалась вольфрамовой фольгой толщиной 50 мк.

В первом случае мишень облучалась в течение 18 ч при токе 20 мка. Энергия дейтонов составляла 12 Мэв, площадь облучения $21,5 \times 62 \text{ мм}^2$; во втором случае мишень облучалась в течение 6 ч при токе 25 мка. Энергия дейтонов 13,4 Мэв, площадь облучения $80 \times 10 \text{ мм}^2$.

Литий, применяемый в обоих случаях, анализировался спектрально. Чистота лития 99,73%. После облучения мишень выдерживалась в течение 1 месяца. Затем фольга удалялась, и содержимое мишени обрабатывалось в первом случае водой, во втором — разбавленной соляной кислотой. Так как в обоих случаях облученный литий плохо растворялся, особенно в местах прохождения дейтонного пучка, где наблюдались спекшиеся частицы, то мишень на последнем этапе длительно обрабатывалась концентрированной соляной кислотой.

Из части облученного лития приготавливался препарат и исследовался спектр γ -излучения образца для определения радиоактивных примесей. Как показал анализ, активность мишени определяется в основном активностью Be^7 и активностью незначительных количеств

Zn⁶⁵, Fe⁵⁵ и Fe⁵⁹. Спектр γ -лучей измерялся на сцинтилляционном γ -спектрометре с кристаллом NaJ(Tl) (спектрометрический метод), фотоумножителем ФЭУ-29, соединенным с катодным повторителем, и дифференциальным анализатором ААДО. Все последующие измерения Be⁷ проводились на установке для γ -счета с кристаллом NaJ(Tl). Размеры кристалла 40 × 50 мм, размеры колодца внутри кристалла, куда вставлялись кюветы объемом 5 мл с препаратом, составляли 17 × 40 мм.

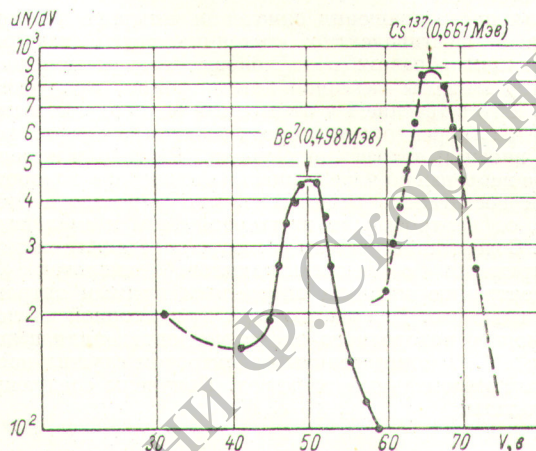
После вскрытия мишени и растворения ее содержимого было решено выделить Be⁷ на неизоморфном носителе гидроксида железа. Для этого в центрифужные пробирки вносили солянокислый раствор содержимого мишени, добавляли раствор, содержащий 100 мг железа, и осаждали гидроокись железа аммиаком, не содержащим CO₃²⁻. В этих условиях медь и цинк, перешедшие из подложки мишени, оставались в растворе. Осадок в холодном состоянии отделяли от раствора центрифугированием и трижды промывали холодной водой. Промывные воды и маточный раствор анализировали на содержание Be⁷. Как показал анализ, весь Be⁷ сорбировался на гидроокиси железа. Затем осадок растворяли в 25 мл 8 N HCl, к раствору добавляли 1—2 мл 4 N KCNS и экстрагировали железо изопропиловым эфиром восемь раз до полного удаления железа, на что указывало отсутствие окрашивания при добавлении новой порции KCNS. Изотоп Be⁷ в этих условиях оставался в водной фазе; анализ водной фазы на Fe⁵⁵ и Fe⁵⁹ дал отрицательный результат.

Кроме Be⁷ водная фаза содержала незначительное количество вольфрама, перешедшего в раствор из фольги, закрывавшей мишень. После упаривания досуха и разрушения CNS⁻ остаток растворяли в воде слегка подкисленной азотной кислотой и осаждали вольфрам концентрированной HNO₃ в виде вольфрамовой кислоты. Осадок отделяли центрифугированием, промывали разбавленной HNO₃ и проверяли на содержание Be⁷, количества которого в осадке оказались весьма незначительными. Затем измерялся спектр γ -лучей, испускаемых раствором, содержащим Be⁷ (см. рисунок). Как показал анализ, ни в области низких ни в области высоких энергий не наблюдается радиоактивных примесей. Вследствие этого полученный радиоактивный изотоп Be⁷ следует признать радиохимически чистым.

Полученный раствор упаривали досуха в платиновой чашке и нагревали до удаления NO₃⁻, затем остаток растворяли в минимальном количестве воды при нагревании, осаждали K⁺ 1—2 мл концентрированной HClO₄ и оставляли при низкой температуре на сутки. Затем раствор сливали и осадок два раза промывали ледяным 0,05 M раствором HClO₄; Be⁷, находящийся в растворе

HClO₄, разводили до определенного объема ([H⁺] = 0,1 M/l), отбирали аликвотную часть раствора и определяли удельную активность полученного радиоактивного изотопа (в имп/мин·мл).

В данной работе был также рассчитан выход Be⁷ при облучении дейтонами естественной смеси изотопов лития в виде Li₂O, получающейся при сжигании лития



Гамма-спектр выделенного Be⁷.

на воздухе. Абсолютная активность полученного Be⁷ определялась путем сравнения с активностью препарата Cs¹³⁷, определенной методом β - γ -совпадений. При этом предполагалось, что эффективность счетчика к γ -лучам в интервале энергий 0,48—0,66 Мэв меняется незначительно. Найденный таким образом выход Be⁷ при облучении толстой мишени из Li₂O дейтонами с энергией 13,4 Мэв составляет $(1,2 \pm 0,2)$ мкюри/мка·ч.

Поступило в Редакцию 2/II 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Garisson, J. Hamilton. Chem. Rev., 49, 237 (1951).
2. H. Heymond, W. Garisson, J. Hamilton. J. Chem. Phys., 18, 1685 (1950).
3. R. Bolomey, L. Wish. J. Amer. Chem. Soc., 72, 4473 (1950).
4. Н. П. Руденко, А. И. Савостьянов. «Радиохимия», 1, 691 (1959).

УДК 541.8:546.794

Растворимость тетрафторида урана в водных растворах кислот

Ю. А. Лукьянычев, Н. С. Николаев

Растворимость тетрафторида урана в воде определяли неоднократно, но полученные результаты разноречивы. По данным разных авторов при 25° C растворимость (в г/л UF₄) равна: 0,04 [1], 0,053 [2], 0,6 [3], 0,10 [4]. В разбавленных кислотах тетрафторид урана растворяется незначительно. В литературе приводятся отрывочные данные. Так, например, указывается, что в 2 N H₂SO₄ растворимость составляет 2,9 г/л. В более

концентрированной H₂SO₄ она меньше, чем в разбавленной. Механизм растворения обусловлен образованием $UF_4 + 2H_2SO_4 = H_2[U(SO_4)_2 F_2] + 2HF$. Растворимость UF₄ в 1 и 12 M растворах HCl [5] равна соответственно 1,4 и 32,5 г/л.

В настоящей работе для выяснения механизма растворения, а также для установления состава соединений в растворе исследовалась растворимость устой-