



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Г. БэрANOва, И. Брандштетр, В. Друин, В. Ермаков, Т. Зварова,
М. Крживанек, Я. Малы, С. Поликанов, Су Хун-гуя

P-888

ПОЛУЧЕНИЕ Md^{256} ПРИ ОБЛУЧЕНИИ
 U^{238} ИОНАМИ Ne^{22}
И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО НЕКОТОРЫХ
ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Мисленко, 1962, т. 7, № 7-8, р. 465-472

Г.Беранова, И.Брандштетр, В.Друин, В.Ермаков, Т.Зварова,
М.Крживанек, Я.Малы, С.Поликанов, Су Хун-гуй

P-866

1320/1 48
ПОЛУЧЕНИЕ Md^{256} ПРИ ОБЛУЧЕНИИ
 U^{238} ИОНАМИ Ne^{22}
И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО НЕКОТОРЫХ
ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В в е д е н и е

В 1955 году в работе А.Гиорсо и др. /1/ появилось первое сообщение об открытии менделевия - элемента с атомным номером 101. Синтез нового элемента осуществлялся с помощью ядерной реакции $Es^{253} (\alpha, n) Md^{256}$, причем в 8 опытах было получено всего 17 атомов менделевия. Идентификация производилась по химическому поведению при хроматографическом разделении и по свойствам радиоактивного распада. Оказалось, что Md^{256} претерпевает электронный захват и превращается в Fm^{256} , являющийся спонтанно-делящимся изотопом. Ввиду малости эффекта точность определения периодов полураспада Md^{256} и Fm^{256} была невелика. В дальнейших экспериментах /2/ периоды полураспада Md^{256} и Fm^{256} были измерены более точно. Они оказались равными соответственно 90 и 160 минутам.

Поведение менделевия на ионитах изучал Р.Гатти с сотрудниками /3/.

Путем бомбардировки $2 \cdot 10^{11}$ атомов Es^{253} ионами гелия удалось получить уже около 100 атомов Md^{256} в одном опыте. Это позволило определить коэффициент разделения Md относительно Sm (кюриевое число) для α -оксиизобутирата аммония, который составил величину 0,050, что соответствует величине Gd -числа 0,18 /3,4/.

В настоящей работе мы наблюдали Md^{256} при облучении U^{238} ионами Ne^{22} на большом циклотроне Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Образование Md^{256} происходило по всей видимости, по реакции $U^{238} (Ne^{22}, p3n) Md^{256}$. Деление Md^{256} производилось по дочернему продукту Fm^{256} .

В принципе образование Fm^{256} при облучении U^{238} ионами Ne^{22} возможно посредством ядерной реакции $U^{238} (Ne^{22}, \alpha) Fm^{256}$, а Md^{256} - как дочернего продукта при электронном захвате 102^{256} . Однако, этот путь нам представляется маловероятным.

Идентификация Md^{256} в продуктах реакции U^{238} с Ne^{22}

Облучение и приготовление образца к измерению

Фольга металлического урана толщиной 16μ , размером $10 \times 20 \text{ мм}^2$, облучалась в течение приблизительно 2 часов током ионов Ne^{22} около $0,5 \mu A$ с начальной энергией в разных опытах между 135 и 151 Мэв.

Облученная фольга растворялась в концентрированной HNO_3 в присутствии ионов La^{3+} (~ 400 μ г) в качестве носителя и Am^{3+} (~ 1000 распадов/мин) для определения химического выхода.

Из раствора были выделены нерастворимые фториды лантанидов и актинидов и затем в них наблюдалось спонтанное деление изотопа Fm^{256} с помощью пропорционального счетчика с метановым наполнением или с помощью полупроводниковых детекторов. Так как путем спонтанного деления с такими короткими периодами могут распадаться только наиболее тяжелые ядра, то можно предположить, что присутствие остальных изотопов не будет мешать регистрации актов деления Fm^{256} . На рис. 1 показан распад 47 атомов Fm^{256} - дочернего продукта Md^{256} . Измерение началось спустя 2 часа после окончания трехчасового облучения. Наклон кривой немного меньше, чем это отвечает периоду полураспада Fm^{256} (160 минут) и указывает на присутствие малого количества Md^{256} .

При дальнейших облучениях выделенные фториды актинидов и лантанидов после растворения наносились в виде солянокислого раствора 0,05 н. на колонку со смолой дауэкс-50 и элюировались лактатом, цитратом или α -оксиизобутиратом с целью получения фракции чистого менделевия.

Чтобы достаточно точно знать, какие капли элюента будут содержать Md , колонка с катионитом дауэкс-50x12 (Миллер, Лондон) предварительно была прокалибрована разделением смеси лантанидов и актинидов, полученных по реакции $U^{238}(O^{18}, 4n) Fm^{250}$. Установление положений пиков Fm^{250} , Cf^{246} , добавленного Am^{241} и редких земель позволило потом уверенно отобрать для измерения фракцию менделевия, свободную от фермия. Fm^{250} , Cf^{246} и Am^{241} в пиках калибровочной хроматограммы были идентифицированы по периодам полураспада и энергиям, измерение которых производилось на 50-ти и 100-канальных анализаторах; положение пиков редкоземельных элементов было определено по периодам полураспада соответствующих изотопов.

Капли, содержащие фракции менделевия и фермия, были разделены по две или по четыре для измерения в нескольких счетчиках с полупроводниковыми детекторами. На рис. 2 показана зависимость числа актов распада от времени для Fm^{256} во фракции менделевия (кривая 1) и фермия (кривая 2) после разделения на колонке лактатом аммония. Так как от разделения на колонке до начала измерения

проходит около 30 минут, то фракция Md^{256} уже содержит некоторое количество Fm^{256} , образующегося из Md^{256} при К-захвате. Из кривой 2 на рис. 2, показывающей распад фракции фермия, можно вычислить период спонтанного деления Fm^{256} (160 минут).

Количество актов деления Fm^{256} в фракции менделевия дает одновременно и количество присутствующих атомов Md^{256} в момент начала измерения. Используя значение периода полураспада Md^{256} (90 мин.), экстраполяцией можно определить количество атомов Md^{256} на конец облучения, а при известном токе можно оценить сечение образования Md^{256} . Если предположить, что эффективная толщина урановой фольги (исходя из известной функции возбуждения для реакции с вылетом $4n$) 9 мг U /см², то получим для сечения данной реакции значение приблизительно равное $2 \cdot 10^{-33}$ см².

Определение гадолиниевых чисел и некоторых химических свойств

менделевия

При разделении актинидов и лантанидов применялась колонка размером 2x100 мм с катионитом дауэкс-50x12 (12 μ). Элюентами служили лактат, α -оксиизобутират и цитрат аммония, приготовленные нейтрализацией соответствующих кислот газообразным аммиаком до нужного значения pH.

Разделение лантанидов и актинидов лактатом и цитратом аммония показано соответственно на рис. 3 и 4.

Хорошей ориентационной точкой на хроматограммах является большой β -пик изотопов иттрия.

В нескольких случаях после растворения облученного урана в HNO_3 , раствор частично нейтрализовали аммиаком и затем, добавляя избыток углекислого аммония, осаждали нерастворимые карбонаты актинидов и редких земель (вместе с рядом других продуктов деления, таких как Zr, Sn, Sb и др.); в то время как уран оставался в форме комплексного карбоната в растворе. В этом случае вымывались (главным образом в начале) наряду с актинидами и лантанидами и другие радиоизотопы, но фракция Md и U была достаточно чистой для определения гадолиниевых чисел.

В таблице 1 приводятся найденные нами значения гадолиниевых чисел для менделевия, фермия и иттрия для соответствующих элюентов. Хроматографическое разделение велось при температуре 87°C ($T_{\text{кип}}$, 8% -ого водного раствора этанола).

Т а б л и ц а 1

Значение гадолиниевых чисел Md , Fm , Y .

Элементы	Лактат аммония 87°C		α - оксиизобутират аммония 87°C		Цитрат аммония 87° рН=3,55
	ОИЯИ рН=4,2	(6)	ОИЯИ рН=5,5	(4,5)	
Y	0,36	0,32	0,25	0,25	0,50
Fm	0,36	0,43	0,27	0,24	0,45
Md	0,27	-	0,18	0,17	0,38

Необходимо отметить, что эти гадолиниевые числа изменяются, а иногда и значительно, если применять иной катионит. Данные об образовании изотопов тяжелых редких земель при облучении урана неоном и их разделении будут опубликованы отдельно.

Из проведенных опытов можно сделать следующие выводы относительно некоторых химических свойств менделевия: как и все актиниды, менделевий образует растворимые нитраты и хлориды, нерастворимые фториды, карбонаты и гидроксиды, нейтральные или анионные комплексы с молочной, лимонной и α -оксиизомасляной кислотами.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить Флерова Г.Н., Волкова В.В. за интерес к работе, а также Лобанова Ю.В., Маркова Б.Н. и группу обслуживания циклотрона за помощь при проведении данных экспериментов.

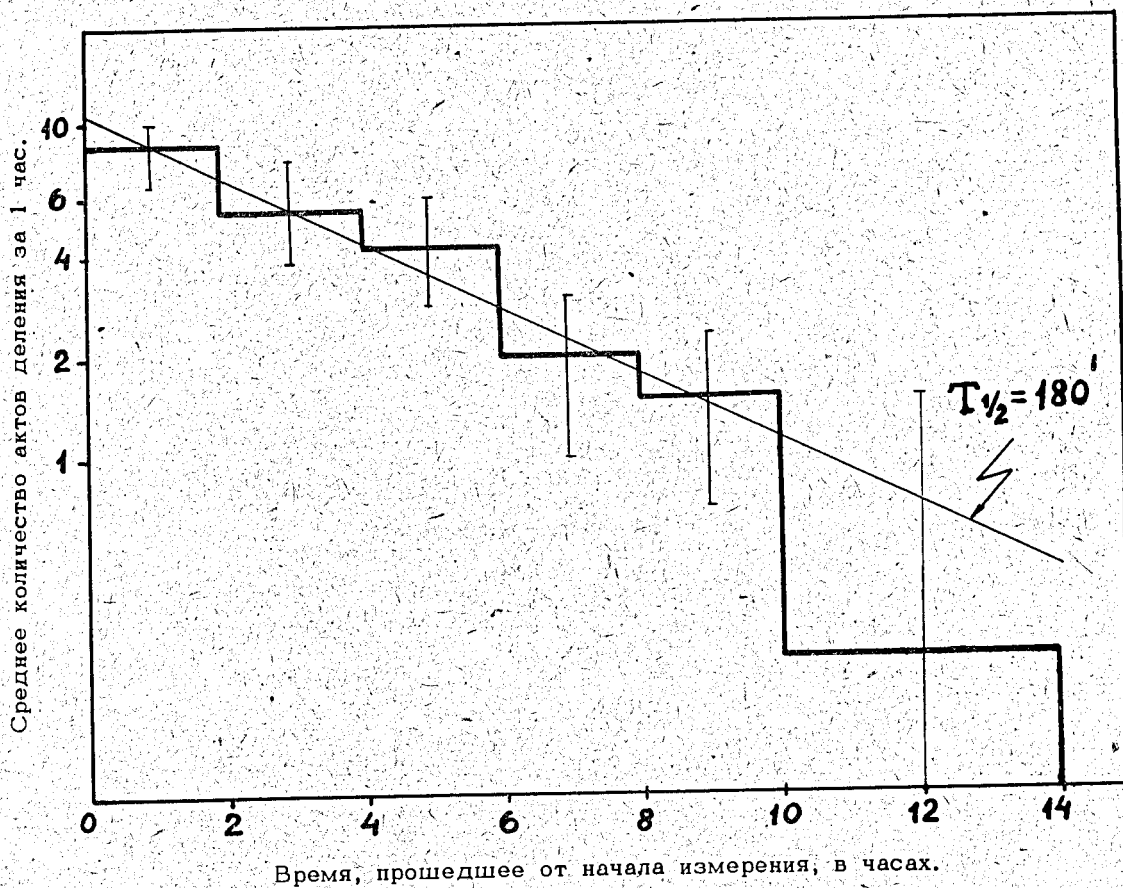


Рис. 1. Зависимость количества актов спонтанного деления Fr^{256} от времени в осадке фторидов актинидов и лантанидов, полученных при облучении урана ионами неона. Уравновешивающая фольга толщиной 16μ облучалась 4,5 часа в среднем токе $0,32 \mu A$. Измерение производилось спустя 2 часа после окончания облучения. Всего было зарегистрировано 47 актов деления.

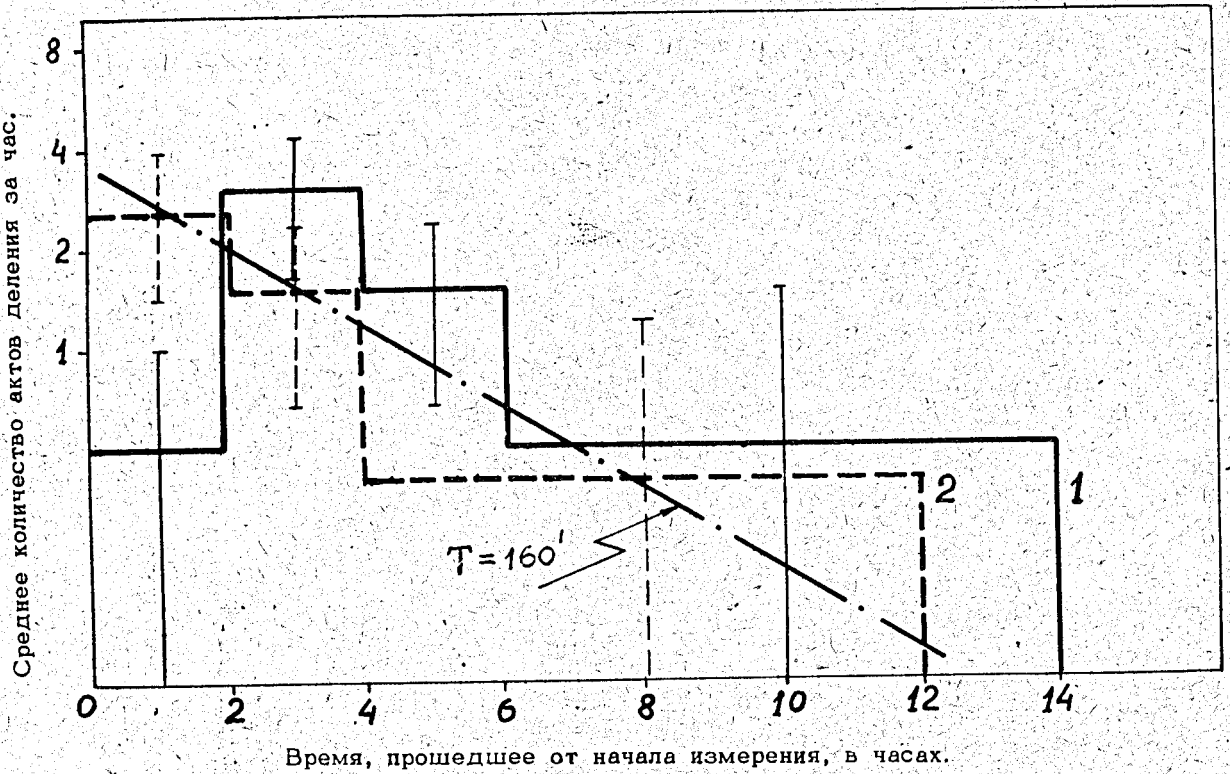


Рис. 2 Зависимость количества актов спонтанного деления Fm^{258} от времени во фракции менделевия и фермия. Урановая фольга 16μ облучалась 160 минут в среднем током $0,30 \mu A$. Разделение производилось на колонке 2×100 мм, смола даукс-50х12, размер смолы в среднем 12μ , $0,31$ м лактат аммония. Кривая 1 - распад во фракции менделевия, кривая 2 - распад во фракции фермия.

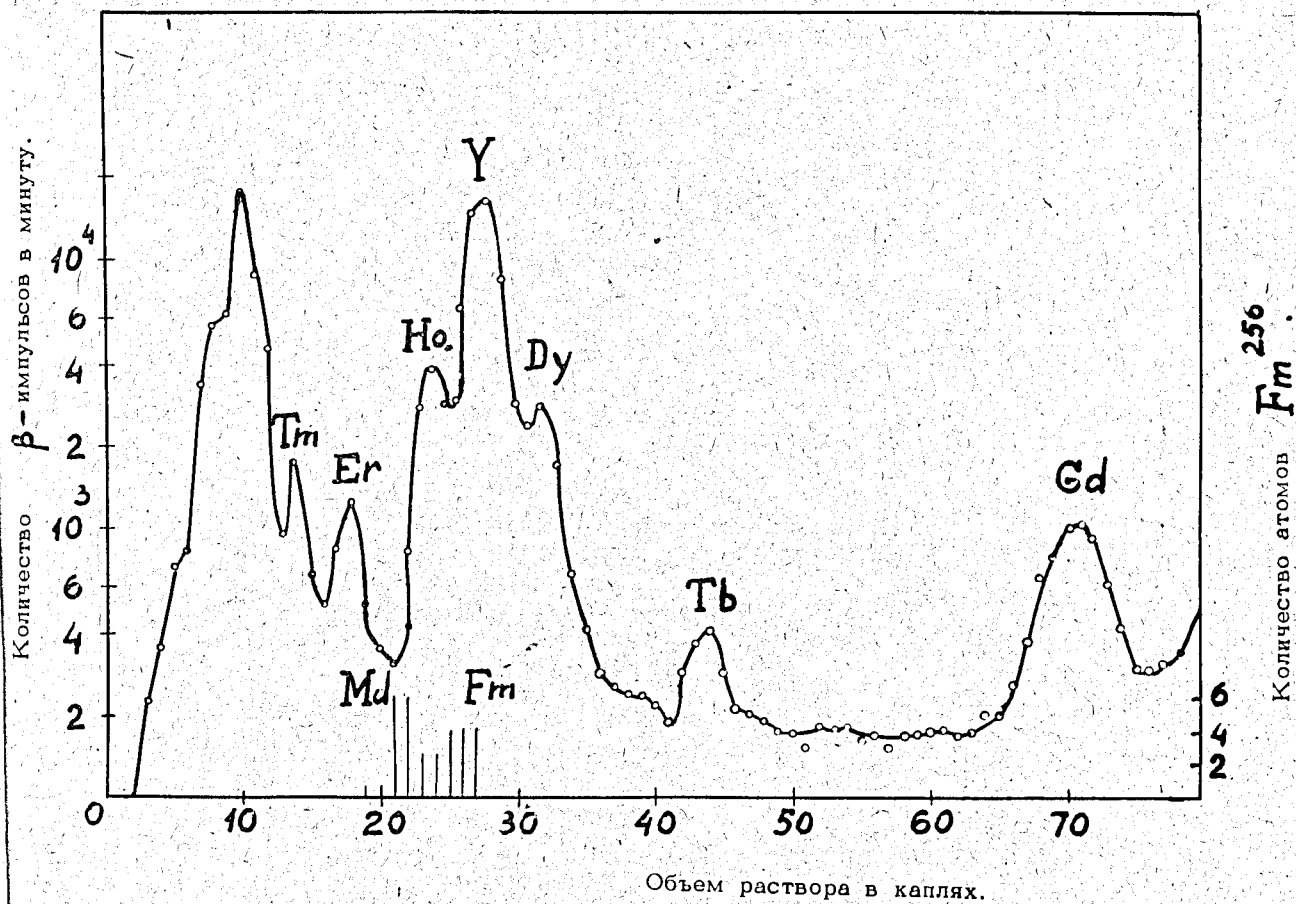


Рис. 3. Разделение лантанидов и актинилов лактатом аммония. Колонка 2x100 мм со смолой дауэкс-50x12, 12 μ, 0,27 м лактат аммония (pH=4,2). Скорость вымывания: 1 капля за 58 сек. Свободный объем колонки 4 капли.

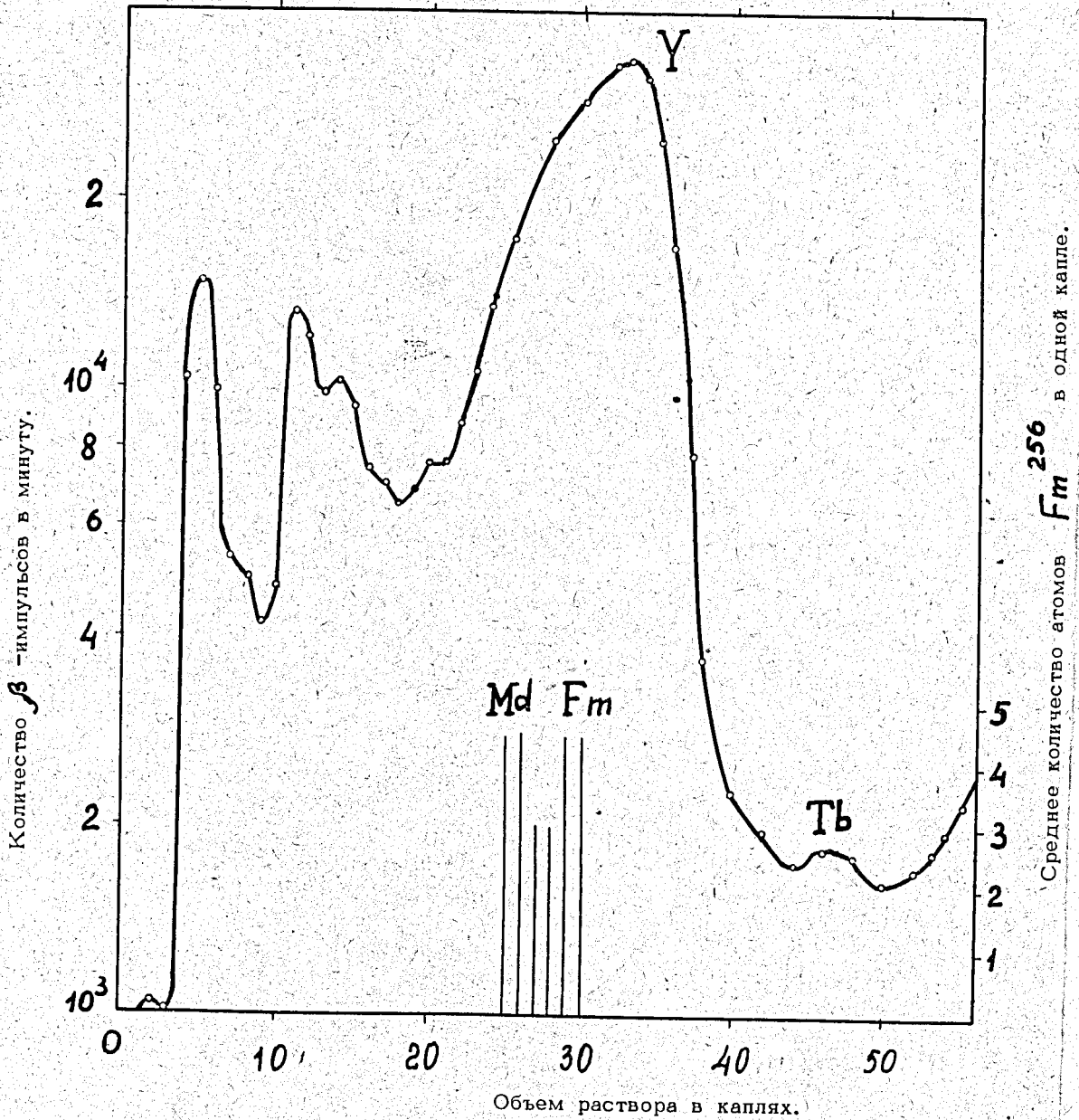


Рис. 4. Разделение актинидов и лантанидов цитратом аммония. Колонка 2x100мм со смолой дауэкс-50x12, 12 μ , 0,18м цитрат аммония (pH=3,55). Скорость вымывания: 1 капля за 40 сек.

Л и т е р а т у р а

1. Giorso, A., Harvey, B.G., Choppin G.R., Thompson S.G., Seaborg G.T. Phys. Rev. 98, 1518 (1955).
2. Philipps L., Gatti R., Chesne A., Muga L. Phys. Rev. Lett. 1, 215 (1958).
3. Gatti R.C., Philipps L., Sikkeland T., Muga M.L., Thompson S.G., J. Inorg. Nucl. Chem. 11, 251 (1959).
4. Choppin G.R., Harvey B.G., Thompson S.G. J. Inorg. Nucl. Chem. 2, 66 (1956).
5. Choppin G.R., Silva R.J. J. Inorg. Nucl. Chem. 3, 153 (1956).
6. Преображенский Б.К., Калямин А.В., Лилова О.М. Радиохимия, 2, 239 (1960)

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1961 года.