

С 341.2г

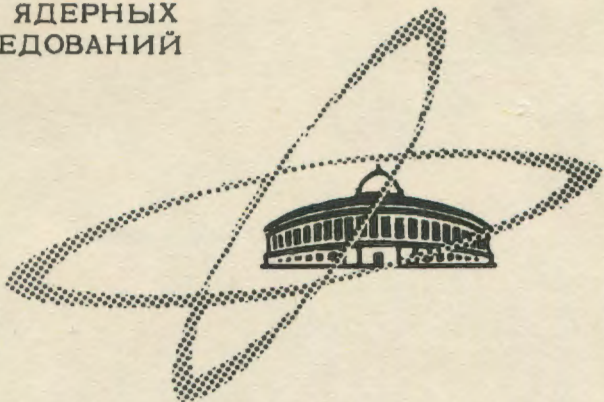
27/10

М-695

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р - 2694



В.Л. Михеев, В.И. Илющенко, М.Б. Миллер

АБСОЛЮТНО ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

СИНТЕЗ ИЗОТОПОВ ЭЙНШТЕЙНИЯ  
В РЕАКЦИЯХ С ИОНАМИ АЗОТА

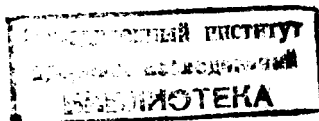
1966

4218/1 нф

В.Л. Михеев, В.И. Илюшенко, М.Б. Миллер

СИНТЕЗ ИЗОТОПОВ ЭЙНШТЕЙНИЯ  
В РЕАКЦИЯХ С ИОНАМИ АЗОТА

Направлено в ЯФ



## В в е д е н и е

Сообщение о свойствах  $\alpha$ -распада изотопа  $\text{E}^{246}$  ( $E_\alpha = 7,87$  Мэв,  $T_{1/2} = 1,2$  мин) имеется лишь в обзоре И. Хайда, И. Перлмана, Г. Сиборга<sup>/1/</sup>, которые ссылаются на неопубликованные результаты А. Гюрсо, Т. Сиклянда, А. Ларша и Р. Латимера. Изотоп  $\text{E}^{246}$  изучался в работах<sup>/2,3/</sup>. Какая-либо определенная информация о свойствах  $\text{E}^{247}$  в литературе<sup>/1,4/</sup> отсутствует, ибо первоначально приписанная  $\text{E}^{247}$   $\alpha$ -активность с  $T_{1/2} = 7-7,3$  мин и  $E_\alpha = 7,35$  Мэв затем была отнесена к изотопу  $\text{E}^{248}$ . Какие-либо количественные данные об отношении вероятностей  $\alpha$ -распада и электронного захвата  $\alpha/\text{E.C.}$  для изотопов  $\text{E}^{246,248,247}$  в литературе отсутствуют.

Поскольку знание свойств изотопов такого довольно далеко отстоящего от урана элемента, как эйнштейний, существенно для проверки систематик<sup>/5/</sup> свойств распада еще не полученных изотопов трансурановых элементов, нами были поставлены опыты по изучению свойств изотопов  $\text{E}^{246,248,247}$ .

## Экспериментальная аппаратура

Синтез изотопов эйнштейния проводился при облучении  $\text{U}^{238}$  ионами  $\text{N}^{14}$  на выведенном пучке 150-сантиметрового циклотрона ОИЯИ с помощью аппаратуры, уже использовавшейся для изучения  $\alpha$ -распада изотопа  $102^{254/6,7/}$ . Сущность методики, аналогичной методике Макферлена и Гриффитсона<sup>/8/</sup>, состоит в следующем. Ядра образующихся в реакциях изотопов за счет импульса бомбардирующих частиц выбиваются из мишени  $\text{U}^{238}$  толщиной  $0,5 \text{ мг/см}^2$ , нанесенной на подложку из алюминиевой фольги. Мишень находится в замкнутом объеме, наполненном гелием под давлением  $0,5-1$  атм. Объем с мишенью через отверстие диаметром  $0,5$  мм сообщается с измерительной камерой, в которой путем непрерывной откачки поддерживается давление  $1-3$  тор. Возникающая за счет разности давлений направленная струя газа переносит заторможенные в гелии атомы отдачи на плоский металлический сборник, на поверхности которого они с эффективностью  $\approx 50\%$  адсорбируются. Система фильтров позволяет газ с выхода герметизированного форвакуумного насоса ВН-1 подавать опять в объем с мишенью, обеспечивая непрерывную циркуляцию. Сборник с адсорбированными атомами отдачи периодически перемещает-

ся к кремниевому поверхностно-барьерному детектору, регистрирующему  $\alpha$ -частицы. Использувавшийся в опытах многомерный анализатор редких событий<sup>/9/</sup> позволял проводить время-амплитудный анализ импульсов с детектора. Число амплитудных каналов равно 400, временных - 32.

### Результаты экспериментов

Идентификация получаемых при облучения  $U^{288}$  ионами  $N^{14}$  изотопов проводилась по энергиям испускаемых  $\alpha$ -частиц, периодам полураспада и функциям возбуждения. Ниже приводятся результаты для отдельных изотопов.

1.  $\text{Cf}^{248}$ . На рисунке 1(а) представлен  $\alpha$ -спектр, полученный при энергии ионов  $N^{14}$  в интервале от 95 до 104 Мэв. Цикл накопления активности на сборнике, равный циклу обсчета активности полупроводниковым детектором  $\tau$ , составлял 6,8 мин. Видна четкая  $\alpha$ -линия с энергией  $7,70 \pm 0,03$  Мэв, которая хорошо согласуется с литературными данными<sup>/1/</sup> об энергии  $\alpha$ -распада  $\text{Cf}^{248}$ . Можно выделить  $\alpha$ -группу с энергией  $7,13 \pm 0,03$  Мэв, которая, как показало специальное исследование ее периода полураспада, относится к изотопу  $\text{Cl}^{245}$  ( $E_\alpha = 7,11$  Мэв,  $T_{1/2} = 44$  мин,  $\alpha/E.C. = 3/7$ ), образующемуся в результате электронного захвата  $\text{Cf}^{248}$ . Остальные группы  $\alpha$ -частиц, по крайней мере в основной доле интенсивности, не имеют отношения к распаду  $\text{Cf}^{248}$ . Кривая распада активности с  $E_\alpha = 7,70$  Мэв в полулогарифмическом масштабе представлена на рис. 2. Значение периода полураспада  $1,33 \pm 0,15$  мин, полученное методом наибольшего правдоподобия<sup>/10/</sup>, также находится в хорошем согласии с литературными данными об  $\text{Cf}^{248}$ <sup>/1/</sup>. Кривая выхода активности с  $E_\alpha = 7,70$  Мэв представлена на рис. 3. Для дополнительного подтверждения того, что эта активность принадлежит  $\text{Cf}^{248}$ , образующемуся в реакции  $U^{288} (N^{14}, 7n) \text{Cf}^{248}$ , нами были поставлены опыты по получению этого изотопа в реакции  $U^{288} (N^{14}, 4n) \text{Cf}^{248}$ . Максимум выхода  $\alpha$ -активности, соответствующей  $\text{Cf}^{248}$  ( $\sigma_\alpha = 2.10 \cdot 10^{-31} \text{ см}^2$ ), был зарегистрирован при энергии ионов  $N^{14}$   $78 \pm 2$  Мэв, что хорошо соответствует расчетному положению максимума реакции с испарением четырех нейтронов.

2.  $\text{Cf}^{246}$ . На рисунке 1(б) представлен  $\alpha$ -спектр, полученный при энергии ионов  $N^{14}$  92 Мэв. Спектр получен при  $\tau = 54$  мин. Наблюдается четкая  $\alpha$ -линия с энергией  $7,33 \pm 0,03$  Мэв. Кривая распада этой активности представлена на рис. 2. Значения как энергии  $\alpha$ -частиц, так и периода полураспада находятся в достаточно хорошем согласии с литературными данными о свойствах  $\text{Cf}^{246}$ <sup>/1,4/</sup>. Функция возбуждения этой активности представлена на рис. 3. Она имеет вид, характерный для реакции с испарением нескольких нейтронов, ее положение относительно функции возбуждения реакции  $U^{288} (N^{14}, 7n) \text{Cf}^{246}$  хорошо совпадает с расчетным положением реакции с испарением

шести нейтронов, приводящей к  $\text{Ce}^{246}$ . Наблюдаемая в спектре на рис.1(б) линия с энергией 6,75 Мэв, период полураспада которой близок к 36 часам, относится к изотопу  $\text{Cf}^{246}$ , образуемому в результате электронного захвата  $\text{Ce}^{246}$ .

3.  $\text{Ce}^{247}$ . При снятии зависимости выхода  $\alpha$ -излучателя с энергией 7,33±0,03 Мэв от энергии бомбардирующих ионов было установлено, что при понижении энергии ионов  $\text{N}^{14}$  от 92 до 87 Мэв он резко падает, а затем вновь начинает расти, достигая максимума при энергии 82 Мэв. Соответствующая кривая выхода показана на рис. 3. Ее форма и положение относительно кривых выхода реакций  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 7a) \text{Ce}^{245}$  и  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 6a) \text{Ce}^{246}$  хорошо совпадают с расчетным положением реакции с испусканием пяти нейтронов, которая приводит к образованию изотопа  $\text{Ce}^{247}$ . Спектр  $\alpha$ -частиц, полученный при энергии ионов  $\text{N}^{14}$  82 Мэв и  $\tau = 27$  мин, представлен на рис.1(в). Кривая распада  $\alpha$ -активности с  $E_{\alpha} = 7,33$  Мэв, полученная при энергии ионов  $\text{N}^{14}$  82 Мэв, представлена на рис. 2. Период полураспада этой активности существенно короче, чем у  $\text{Ce}^{246}$ . Идентификации активностей с  $E_{\alpha} = 6,55$  Мэв и  $E_{\alpha} = 6,75$  Мэв не проводилась. Возможно, что присутствующий в спектре на рис.1(в) небольшой пик активности с  $E_{\alpha} = 6,75$  Мэв обусловлен недостаточной очисткой сборников ядер отдачи от  $\text{Cf}^{246}$ , полученного в предыдущих опытах по синтезу  $\text{Ce}^{246}$ .

4. Активность с  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв. На спектре, приведенном на рис.1(б), присутствует линия с  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв, которая регулярно появлялась в повторных экспериментах. Кривая распада этой активности приведена на рис. 2. Значение периода полураспада  $T_{1/2} = 30$  мин и  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв находятся в хорошем согласии с данными о свойствах  $\text{Cf}^{244}$  ( $E_{\alpha} = 7,17$  Мэв,  $T_{1/2} = 25$  мин). Однако представляется маловероятным, чтобы реакции  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 8a) \text{Ce}^{244}$  в.с.  $\text{Cf}^{244}$  и  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 7a) \text{Cf}^{244}$  имели заметный выход при энергии  $\text{N}^{14}$ , существенно меньшей той, при которой начинается наблюдаться реакция  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 7a) \text{Ce}^{245}$ . Кривые выхода активности с  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв при облучении ионами  $\text{N}^{14}$  мишеней из естественного урана и урана, обогащенного изотопом  $\text{U}^{235}$  до 80%, представлены на рис. 4. Поскольку эти кривые различны по форме и положению, примесь  $\text{U}^{235}$  в мишени из естественного урана, на котором  $\text{Cf}^{244}$  мог бы получаться в реакциях  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 5a) \text{Ce}^{244}$  в.с.  $\text{Cf}^{244}$  и  $\text{U}^{238} (\text{N}^{14}, 4a) \text{Cf}^{244}$ , наблюдаемую активность объяснить нельзя. Загрязнениями мишени небольшими примесями свинца, на котором могут получаться разнообразные  $\alpha$ -активности <sup>111/</sup>, активность с  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв также объяснить нельзя. В контрольных опытах по облучению свинца ионами азота при  $\tau = 54$  мин в участке спектра с энергией, превышающей 7 Мэв, основной группой была группа с  $E_{\alpha} = 7,45$  Мэв, не обнаруживающая каких-либо признаков распада при наблюдении в течение 54 мин.

Рассмотрение энергетического баланса различных реакций на  $U^{238}$  приводит к заключению, что если активность с  $E_{\alpha} = 7,18$  Мэв принадлежит  $Cf^{244}$ , он, по-видимому, образуется в реакции  $U^{238}(N^{14}, 5n)Cf^{244}$ .

Реакция такого типа ранее в области трансурановых элементов не наблюдалась. Сечение ее при энергии ионов  $N^{14}$  104 Мэв составляет  $2,10^{-31}$  см<sup>2</sup>, т.е. примерно в 30 раз меньше, чем сечение в максимуме реакции  $U^{238}(N^{14}, 6n)Cf^{246}$ . Это находится в достаточно хорошем соответствии с результатами работ /13,14/, в которых показано, что сечение реакций  $U^{238}(Ne^{22}, 3n)Md^{256}$  и  $Pu^{242}(O^{18}, 3n)Md^{256}$  примерно на два порядка меньше сечений реакций с испарением четырех нейтронов.

5. Определение  $\alpha/E.C.$ . Отношение вероятностей  $\alpha$ -распада и электронного захвата для изотопов  $Cf^{248}$  и  $Cf^{246}$  определялось по соотношению  $\alpha$ -активностей этих изотопов и продуктов их электронного захвата  $Cf^{248}$  и  $Cf^{246}$ . Поскольку атомы, распад ядер которых мы регистрируем, адсорбированы на поверхности сборника, существенным в опытах был вопрос, не происходит ли при электронном захвате срыв части атомов калифорния со сборника и их перенос газовым потоком. Был поставлен специальный опыт, в котором продукты ядерных реакций прямо вбивались в сборник из алюминиевой фольги. Опыт проводился при энергии  $N^{14}$ , соответствующей максимуму выхода  $Cf^{248}$ . Из изменения соотношения интенсивностей  $\alpha$ -линий  $Cf^{248}$  и  $Cf^{246}$  был сделан вывод, что при электронном захвате со сборника слетает 25+10% общего количества атомов калифорния. Хотя, по данным Камерона /12/, энергия электронного захвата  $Cf^{248}$  (2,8 Мэв) отличается от энергии электронного захвата  $Cf^{246}$  (3,8 Мэв), при определении  $\alpha/E.C.$  для  $Cf^{248}$  также было принято, что 25%  $Cf^{246}$  уносится со сборника газовым потоком.

Суммарные данные по свойствам изотопов эйнштейния, полученные в настоящей работе, сведены в таблицу.

Поскольку продуктом электронного захвата  $Cf^{247}$  является  $Cf^{247}$ , который практически полностью распадается также путем электронного захвата, для определения отношения  $\alpha/E.C.$   $Cf^{247}$  было определено полное сечение реакции  $(N^{14}, 5n)$ , по отношению которого к измеренному сечению выхода ядер, испытывающих  $\alpha$ -распад, была оценена величина  $\alpha$ -распада. Полное сечение реакции  $U^{238}(N^{14}, 5n)Cf^{247}$  определялось следующим образом. Как известно /14/, сечение реакции с испарением  $x$  нейтронов описывается следующим выражением:

$$\sigma_{xn} = \sigma_0 \cdot P_{xn} \cdot \left( \frac{\Gamma_n}{\Gamma_n + \Gamma_f} \right)^x, \text{ где}$$

$\sigma_0$  — сечение образования составного ядра,

$P_{xn}$  — вероятность испарения ровно  $x$  нейтронов,

$\frac{\Gamma_n}{\Gamma_n + \Gamma_f}$  — среднее по каскаду отношение нейтронной ширины к сумме нейтронной и делительной ширины.

Величина  $\sigma_0$  известна из экспериментов по делению  $U^{235}$  тяжелыми ионами <sup>18/</sup>. Величина  $R_{23}$  рассчитывается по обобщенной модели Джексона <sup>15/</sup>. Меняя в этой величине единственный параметр — ядерную температуру  $T$ , можно зависящее от энергии произведение  $\sigma_0 \cdot R_{23}$  подобрать так, чтобы его максимум совпал с экспериментально наблюдаемым максимумом реакции с испарением соответствующего числа нейтронов. Используя полученные таким образом значения  $\sigma_0 \cdot R_{23}$ , мы определяли приведенные в таблице  $\Gamma_n/\Gamma_f$  для реакций с испарением 6 и 7 нейтронов. Для реакции с испарением семи нейтронов максимума на кривой выхода в опытах мы не получили из-за недостатка энергии ионов  $N^{14}$ , но по энергиям связи нейтронов <sup>12/</sup>, экстраполируя от положения максимума реакции ( $N^{14}, 6n$ ), можно заключить, что максимум сечения реакции ( $N^{14}, 7n$ ) должен лежать в районе энергии  $103 \pm 2$  Мэв (это значение и использовалось в расчетах). Предполагая, что  $\Gamma_n/\Gamma_f$  при переходе от реакции ( $N^{14}, 6n$ ) к реакции ( $N^{14}, 5n$ ) изменяется во столько же раз, что и при переходе от реакции ( $N^{14}, 7n$ ) к реакции ( $N^{14}, 6n$ ) мы получили для максимума полного сечения реакции с испарением пяти нейтронов значение  $\approx 7,10 \cdot 10^{-30}$  см<sup>2</sup>. Отсюда было определено, что отношение  $\alpha/E.C.$  для  $\text{C}^{247}$  равно  $\approx 0,07$ . Относительная точность такого определения, по-видимому, лежит в пределах 50%. Эту точность можно было бы существенно повысить, определив сечение реакции  $U^{238}(N^{14}, 4n)\text{C}^{248}$  и соответствующую величину  $\Gamma_n/\Gamma_f$ . Но из-за малости ветки  $\alpha$ -распада этого изотопа (1/400) и большого периода полураспада продукта его электронного захвата  $\text{Cf}^{248}$  ( $T_{1/2} = 350$  дней) нам удалось оценить лишь границу сечения его образования,  $\sigma_{4n} \leq 3,10 \cdot 10^{-30}$  см<sup>2</sup>.

### Обсуждение результатов

В результате работы показано, что изотопы  $\text{C}^{247}$  и  $\text{C}^{248}$  имеют практически одинаковые энергии основных групп  $\alpha$ -частиц ( $7,33 \pm 0,03$  Мэв) и близкие общие периоды полураспада ( $5,0 \pm 0,3$  мин и  $7,7 \pm 0,5$  мин, соответственно). Именно это обстоятельство, по-видимому, привело к тому, что в обзорах свойств ядер <sup>1,4/</sup>  $\alpha$ -активность с энергией 7,35 Мэв и  $T_{1/2} = 7-7,3$  мин была отнесена к изотопу  $\text{C}^{248}$ , а сведения об изотопе  $\text{C}^{247}$  отсутствовали, хотя авторы первоначальных работ <sup>2,3/</sup> относили ее к изотопу  $\text{C}^{247}$ , ничего не говоря об  $\alpha$ -распаде изотопа  $\text{C}^{248}$ . В данной работе разделение свойств изотопов  $\text{C}^{247}$  и  $\text{C}^{248}$  удалось провести благодаря снятию дифференциальных функций возбуждения с тонкой урановой мишенью. Авторы же прежних работ проводили облучение толстых мишеней, в которых одновременно образовывались как  $\text{C}^{247}$ , так и  $\text{C}^{248}$ . С этим связано, по-видимому, и значение периода полураспада для активности с  $E_\alpha = 7,35$  Мэв, равное  $7-7,3$  мин, что является неким средним для полученных нами значений  $5,0 \pm 0,3$  мин и  $7,7 \pm 0,5$  мин. Впервые измеренные в настоящей работе отношения  $\alpha/E.C.$  позволили определить парциальные периоды для  $\alpha$ -распада.

Вычисленные по полуэмпирической формуле И. Перлмана и И. Расмуссена <sup>/17/</sup> коэффициенты запрета  $F$  для этих ядер приведены в таблице. При этом предполагалось, что распад идет в основное состояние.

Значения энергий  $\alpha$ -частиц для распада в основное состояние, согласно система-  
тике <sup>/5/</sup> для изотопов  $\text{Ce}^{247}$ ,  $\text{Ce}^{248}$ ,  $\text{Ce}^{249}$ , соответственно равны 7,35, 7,80 и 7,85 Мэв.  
По-видимому, в случае  $\text{Ce}^{248}$  мы имеем дело с распадом в возбужденное состояние  $\text{Bk}^{242}$ .  
Энергии  $\alpha$ -распада изотопов  $\text{Ce}^{247}$  и  $\text{Ce}^{248}$  очень хорошо согласуются с данными систе-  
матики <sup>/5/</sup>.

Рост  $\frac{\bar{\Gamma}_n}{\Gamma_f}$  при переходе от реакции  $6n$  к реакции  $7n$  является подтверждением  
данных работы <sup>/18/</sup> о существенном влиянии энергии возбуждения составного ядра на ве-  
личину  $\frac{\Gamma_n}{\Gamma_f}$ .

### З а к л ю ч е н и е

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить члена-корреспондента АН СССР Г.Н. Флерова за интерес к данной работе и С.М. Поликанова за руководство и ценные советы. Авторы выражают благодарность коллективу ускорителя во главе с Б.А. Загером за обеспечение четкой работы циклотрона и А.М. Сухову и Л.П. Челнокову за создание надежно работающей электронной аппаратуры. Авторы весьма признательны также А.Г. Белову и В.М. Николаеву за помощь в измерениях.

### Л и т е р а т у р а

1. E.K.Hyde, I.Pearlman, G.T.Seaborg. The Nuclear Properties of the Heavy Elements. II. Detailed Radioactivity Properties. Prentice-Hall Inc., 1964.
2. A.Ghiorso, G.V.Rossi, B.G.Harvey, S.G.Thompson. Phys. Rev., 93, 257, 1954.
3. Л.И. Гусева, К.В. Филиппова, Ю.Б. Герлит, В.А. Друин, Б.Ф. Мясоедов, Н.И. Тарантин, А.Э., 2, 50, 1958.
4. D.Strominger, J.M.Hollander, G.T.Seaborg, Rev. Mod. Phys., 30, N = 2, II, 585, 1958.
5. V.E.Viola, G.T.Seaborg. Nuclear Systematics of the heavy Elements, Argonne Laboratory (в печати).
6. Б.А. Загер, М.Б. Миллер, В.Л. Михеев, С.М. Поликанов, А.М. Сухов, Г.Н. Флеров, Л.П. Челноков. Препринт ОИЯИ, Р-2470, Дубна, 1965.
7. В.Л. Михеев. Препринт ОИЯИ, 2291, Дубна, 1965.
8. R.D.Macfarlane, R.D.Griffioen, Nucl. Instr. and Methods, 24, 461, 1963.
9. Э.Г. Имаев, Б.В. Фефилов, Л.П. Челноков. Препринт ОИЯИ, 2355, Дубна, 1965.



10. В.И. Гольдманский, А.В. Куценко, М.И. Подгоренский. Статистика отчетов при регистрации ядерных частиц, Физматгиз, 1959.
11. Г.Н. Флеров, С.М. Поликанов, А.С. Карамян, А.С. Пасюк, Д.М. Парфанович, Н.И. Тарантин, В.А. Карнаухов, В.А. Друин, В.В. Волков, А.М. Семенова, Ю.Ц. Оганесян, В.И. Хализев, Г.И. Хлебников, Б.Ф. Мясоедов, К.А. Гаврилов. ЖЭТФ, 38, 82, 1960.
12. A.G.W. Cameron, Report CRP-690, 1957.
13. В.А. Друин. Препринт ОИЯИ, Р-874, Дубна, 1962.
14. В.И. Кузнецов, Ю.В. Лобанов, В.П. Перельгин. Препринт ОИЯИ, Р-2525, Дубна, 1966.
15. T.Sikkeland, S.G.Thompson, A.Ghiorso. Phys. Rev., 112, 543, 1958.
16. V.E.Viola, T.Sikkeland. Phys. Rev., 128, 767, 1962.
17. I.Perlman, J.O.Rasmussen, Alpha Radioactivity, Handbuch der Physik, 42, 109, 1957.
18. Е.Д. Донец, В.А. Шеголев, В.А. Ермаков. ЯФ, 2, в. 6, 1015, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 апреля 1966 г.

Таблица

И з о т о п	$\epsilon^{244}$	$\epsilon^{246}$	$\epsilon^{247}$
$E_{\alpha}$ , Мэв	$7,70 \pm 0,03$	$7,33 \pm 0,03$	$7,33 \pm 0,03$
$T_{1/2}$ , мин	$1,33 \pm 0,15$	$7,7 \pm 0,5$	$5,0 \pm 0,3$
$\alpha/E.C.$	$0,20 \pm 0,05$	$0,11 \pm 0,02$	$\approx 0,07$
F	4,2	1,5	1,4
Тип реакции	( $N^{14}, 7n$ )	( $N^{14}, 6n$ )	( $N^{14}, 5n$ )
Сечение в максимуме, см <sup>2</sup>	$3 \cdot 10^{-30}$	$7 \cdot 10^{-30}$	$\approx 7 \cdot 10^{-30}$
$\frac{\Gamma_n}{\Gamma_f}$	0,22	0,20	$\approx 0,18$
$T$ , Мэв	1,8	1,7	1,5

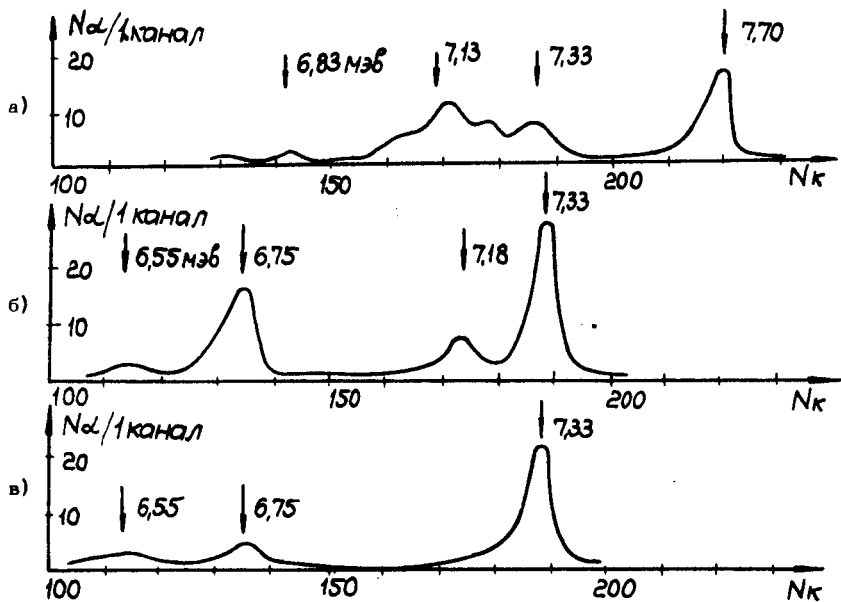


Рис. 1

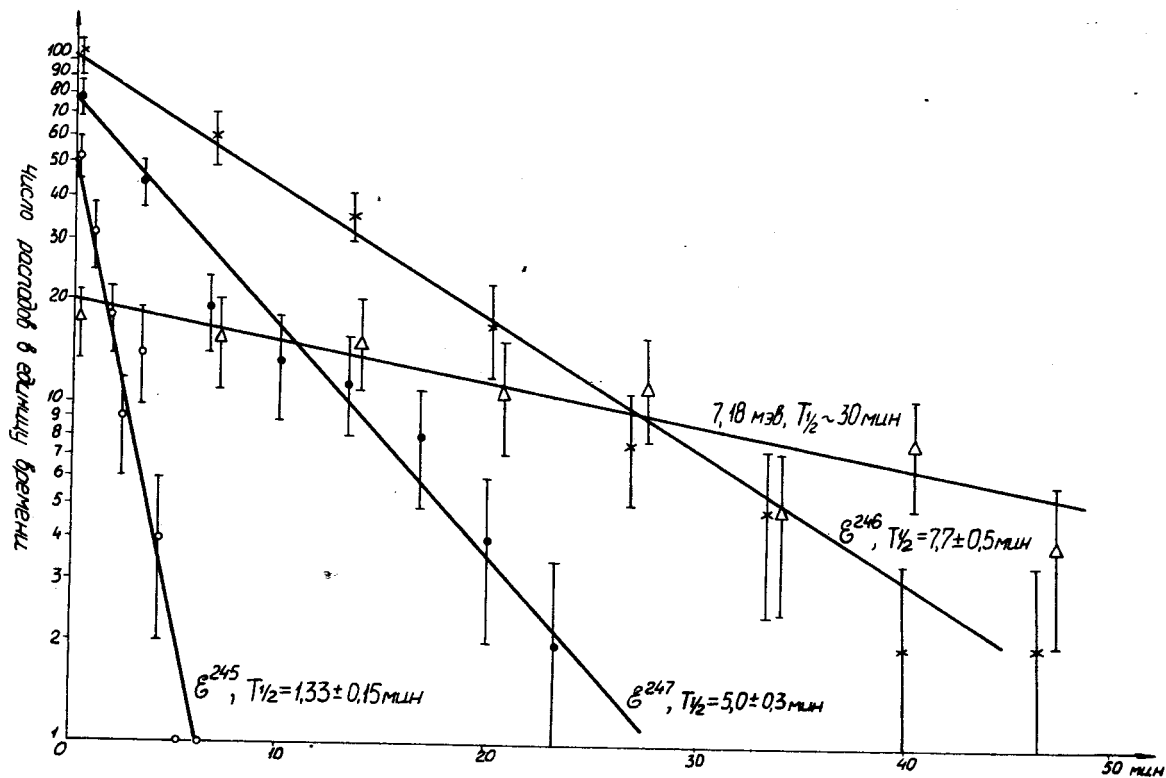


Рис. 2

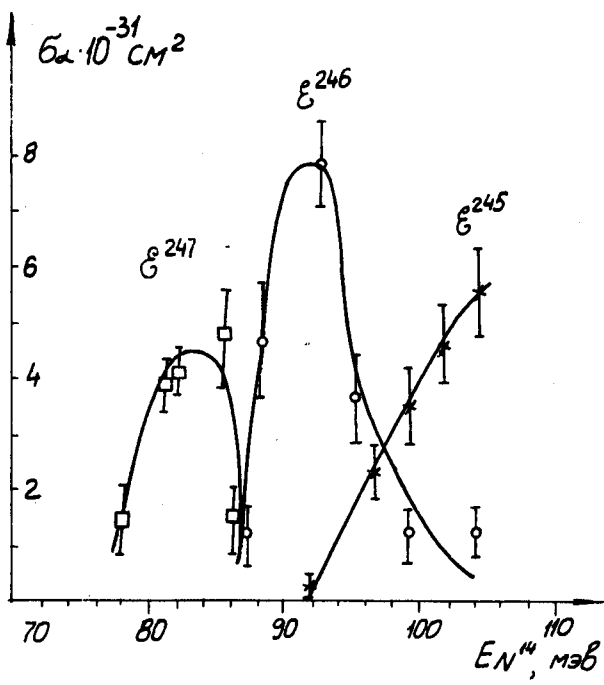


Рис. 3

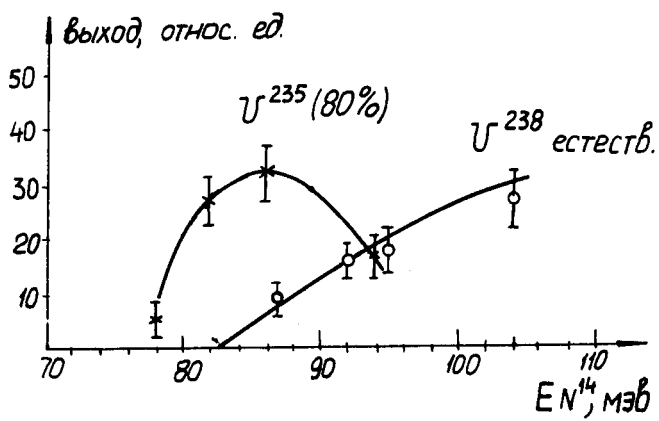


Рис. 4