

С 341.2Г

Н-175

30/18

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P - 2910



Е. Наджаков, Н. Ненов, Н.Г. Зайцева,  
Г. Пфреппер, Д. Христов

НОВЫЕ ИЗОТОПЫ  $^{176}\text{Re}$  И  $^{175}\text{Re}$

ЛИБРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1966

P - 2910

4476 / 1 ч.

Е. Наджаков, Н. Ненов, Н.Г. Зайцева,  
Г. Пфреппер, Д. Христов

НОВЫЕ ИЗОТОПЫ  $^{176}\text{Re}$  И  $^{178}\text{Re}$

Направлено в Physics Letters

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Эта работа является продолжением начатой раньше программы /1,2/ по изучению возможностей дубненских ускорителей тяжелых ионов в области ядерной спектроскопии нейтрондефицитных изотопов.

До последнего времени легкие изотопы Re и W изучены недостаточно. При распаде некоторых из них нет ни одного известного уровня. Самые легкие известные изотопы рения — это  $^{176}\text{Re}$  (15 мин) и  $^{177}\text{Re}$  (17 мин).

Изотопы рения, более легкие, чем  $^{177}\text{Re}$ , представлялись удобными для поисков в реакциях с тяжелыми ионами по нескольким причинам. Во-первых, для  $^{176}\text{Re}$  и  $^{175}\text{Re}$  мы ожидали, исходя из предварительных оценок, что величина периодов полураспада порядка 7 мин. Во-вторых, эти изотопы удобно получить в довольно чистом виде в разных реакциях с тяжелыми ионами. В-третьих, для этой цели можно было использовать естественные монокристаллические мишени.

Использовались реакции  $^{165}\text{Ho} (^{16}\text{O}, 5\text{p}) ^{176}\text{Re}$ ;  $^{165}\text{Ho} (^{16}\text{O}, 6\text{p}) ^{175}\text{Re}$ ;  $^{150}\text{Tb} (^{22}\text{Ne}, 5\text{p}) ^{176}\text{Re}$ ;  $^{150}\text{Tb} (^{22}\text{Ne}, 6\text{p}) ^{175}\text{Re}$ . Облучение проводилось на ускорителе У-300 Лаборатории ядерных реакций в Дубне. Максимальные токи трехзарядных ионов  $^{16}\text{O}$  и четырехзарядных  $^{22}\text{Ne}$  достигали 20  $\mu\text{A}$  на наклонной мишени. Проведено шесть облучений, причем, кроме вида реакции, изменялись еще энергия ионов и толщина мишени. Они оценивались предварительно по способу подсчета выходов реакций, описанному в /2/. При выбранных условиях  $^{176}\text{Re}$  уже не может получиться из-за кулоновского барьера, а другой предел (в сторону более легких масс) мог быть  $^{175}\text{Re}$  или даже  $^{173}\text{Re}$  в зависимости от выбранной энергии ионов. Толщины облучаемой мишени были довольно большими, несколько мг/см<sup>2</sup>, что при наклоне порядка 25° должно было дать возможность для одновременного образования двух изотопов.

В нескольких опытах, кроме изучения самих изотопов Re, проводились исследования генетических связей Re с дочерними изотопами W и Ta. Радиохимически чистый Re выделялся из облученной мишени экстракционным методом /3/ после отделения вещества мишени в виде гидроксида. Небольшая часть Re использовалась сразу после выделения (через 18 минут после конца облучения) для изучения  $\gamma$ -спектров, а из остав-

шейся части (основного количества) выделялся дочерний W через определенные интервалы времени.

Другая серия опытов была направлена на получение лучшей статистики при измерениях  $\gamma$ -спектров получаемых изотопов Re, для чего бралась вся активность радиохимически чистого Re.

Измерения  $\gamma$ -спектров проводились на германиевом гамма-спектрометре. Исследование спектров показало знакомые переходы в  $^{177}\text{W}$ ,  $^{177}\text{Ta}$ ,  $^{176}\text{W}$ ,  $^{176}\text{Ta}$  и  $^{175}\text{Ta}$  (рис. 1.) как в препаратах Re после соответствующего времени нарастания активности дочерних изотопов, так и в препаратах дочерних изотопов W. В дочерних W прослеживались периоды полураспада соответствующих пиков, и они были однозначно приписаны перечисленным изотопам. Кроме периодов 2,3 часа ( $^{177}\text{W}$ ,  $^{176}\text{W}$ ), 8-10 часов ( $^{176}\text{Ta}$ ,  $^{175}\text{Ta}$ ) и 56 часов ( $^{177}\text{Ta}$ ), в дочерних W наблюдалась активность с  $T_{1/2} \approx 30$  мин, которую мы приписали  $^{175}\text{W}$ , а не  $^{174}\text{W}$ , во-первых, на основании наличия  $^{175}\text{Ta}$  и отсутствия  $^{174}\text{Ta}$ , и во-вторых, на основании опытов при разной энергии ионов, которые должны были отрезать или уменьшить появление изотопа с  $A=174$ . При последних опытах появление изотопа с  $A=177$  было почти отрезано путем изменения энергии ионов и толщины мишени. Таким образом, установлено существование изотопов  $^{176}\text{Re}$  и  $^{175}\text{Re}$  в наших препаратах радиохимически чистого рения.

В препаратах рения сразу после очистки наблюдались сильные  $\gamma$ -линии с энергией 109 и 240 кэВ (рис. 2), что точно соответствует переходам  $2^+ \rightarrow 0^+$  и  $4^+ \rightarrow 2^+$  из основной ротационной полосы  $^{176}\text{W}$ , измеренным в реакциях  $^{14}\text{A}$ . Активность этих линий распадалась с периодом  $5 \pm 1$  мин. Таким образом, этот период, как и соответствующие линии, можно отнести к распаду  $^{176}\text{Re} \rightarrow ^{176}\text{W}$ .

Другой путь определения периодов полураспада  $^{176}\text{Re}$  и  $^{175}\text{Re}$  заключается в выделении дочерних изотопов W через определенные интервалы времени. По убыванию активности накопленных дочерних изотопов в последующих препаратах W после введения коррекции на химические выходы были построены кривые распада материнских изотопов Re (рис. 3.). При этом для  $^{176}\text{Re}$  это сделано по убыванию интенсивности сильной  $\gamma$ -линии 100 кэВ, принадлежащей  $^{176}\text{W}$  в последующих препаратах W, а для  $^{175}\text{Re}$  - несколькими путями. Во-первых, по сильному пику 126 кэВ  $^{175}\text{Ta}$ , во-вторых, по  $k_d$ -пику W в начальный момент, где, как это было показано, преобладает активность с  $T_{1/2} = 30$  мин, и по двум пикам 150 и 167 кэВ в дочерних изотопах вольфрама с  $T_{1/2} = 30$  мин, найденным нами и приписанным  $^{175}\text{W}$  по указанным выше соображениям.

Дополнительная информация о легких изотопах  $^{176}\text{Re}$  и  $^{175}\text{Re}$  будет опубликована позже.

Авторы выражают благодарность профессору Г.Н. Флерову, С.М. Поликанову и Ю.В. Лобанову за внимание к работе и предоставление времени на ускорителе У-300 в Дубне, профессору К.Э. Александру и К.Я. Грому за интерес к работе.

Авторы благодарят также В.И. Фоминых и Е.Т. Кондрата за оказанную помощь при измерениях и М. Флорену за помощь при обработке результатов.

#### Л и т е р а т у р а

1. I. Demeter, Kim Hon Sil, E. Nadjakov and N.G. Zaitseva. Phys. Lett., 19, 47 (1965).
2. I. Demeter, Kim Hon Sil, E. Nadjakov and N.G. Zaitseva. Preprint E-2360, Dubna, 1965; Ядерная физика, 4, 2, 231 (1966).
3. W. Goishi, W.F. Libby. J. Chem. Soc., 74, 6109 (1952).
4. F.S. Stephens, N.L. Lark and R.M. Diamond. Nucl. Phys., 63, 82 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел

26 августа 1966 г.

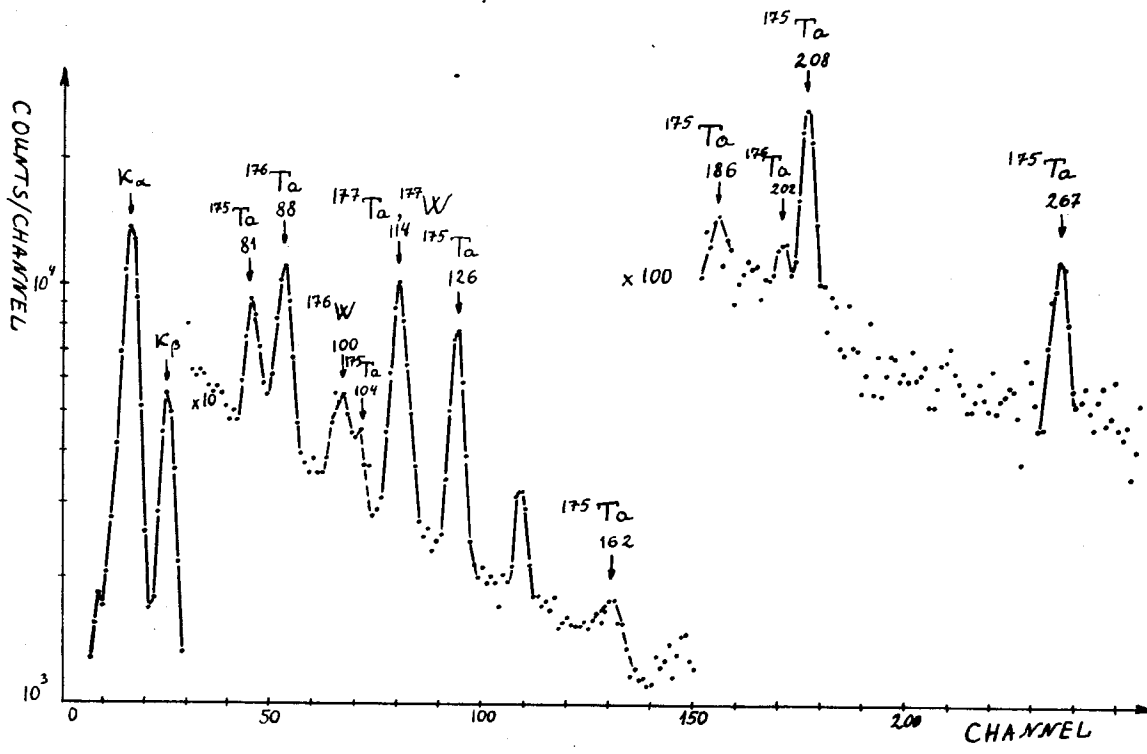


Рис. 1. Гамма-спектр рения через 20 часов после конца облучения.

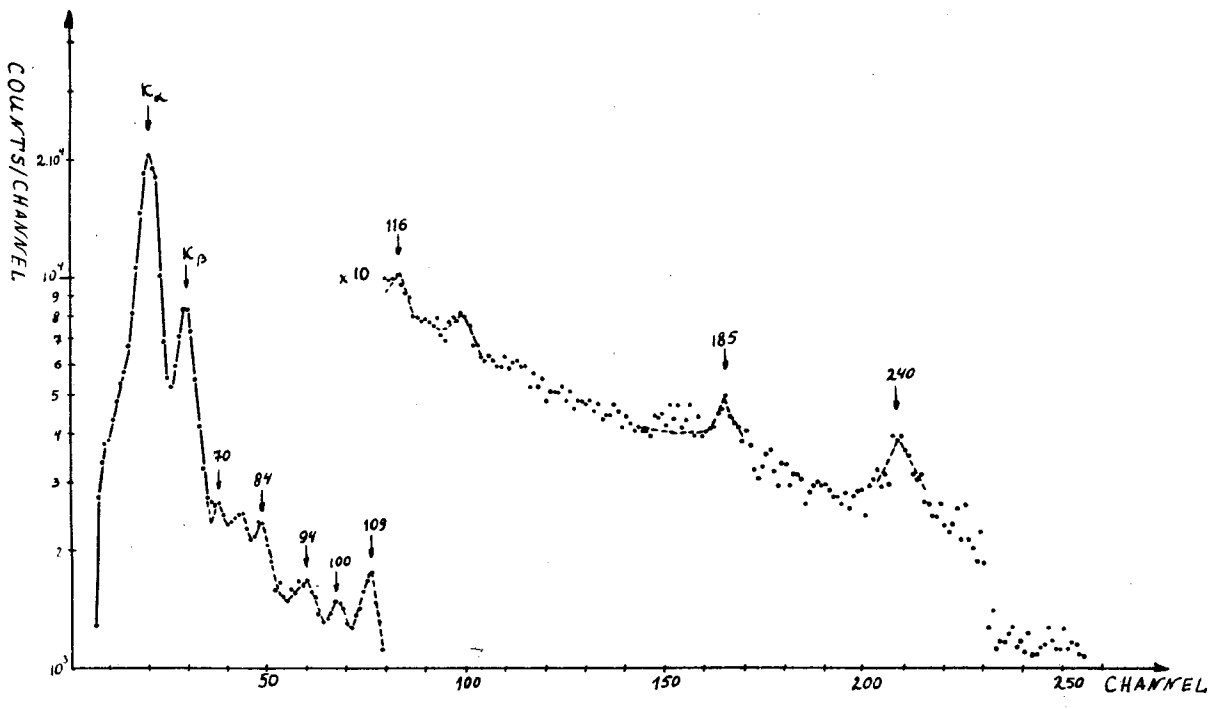


Рис. 2. Гамма-спектр рения через 25 минут после конца облучения.

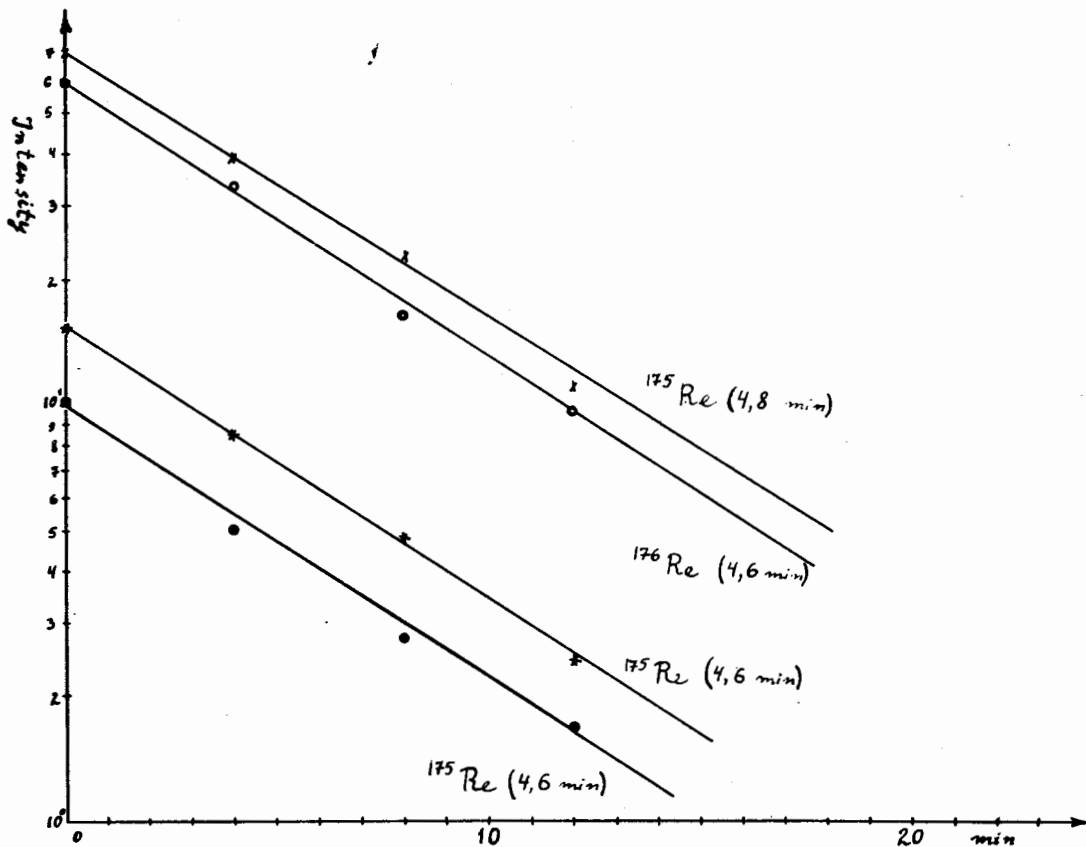


Рис. 3. Кривые распада материнского рения, построенные по убыванию активности дочернего вольфрама:

$^{176}\text{Re}$  - по пику 100 кэв  $^{176}\text{Ta}$ ,

$^{175}\text{Re}$  - по пику 126 кэв  $^{175}\text{Ta}$ ,

$^{175}\text{Re}$  - по пикам 150 и 187 кэв  $^{175}\text{W}$ ,

$^{175}\text{Re}$  - по  $t_{\alpha}$  дочернего  $\text{W}$  сразу после выделения  $\text{W}$ .