

ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

СЕРИЯ:

Ядерные константы

ВЫПУСК

2

1992

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **О. Д. Казачковский**

НЕЙТРОННЫЕ КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ

Зам. главного редактора **Б. Д. Кузьминов**

С. С. Коваленко, В. Е. Колесов, В. Н. Манохин, Г. В. Мурадян, Ю. П. Попов, Г. Н. Смиренкин, В. А. Толстиков, Г. Я. Труханов, Г. Б. Яньков, В. П. Ярына

КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Зам. главного редактора **Ф. Е. Чукреев**

В. В. Варламов, Б. Я. Гужовский, П. П. Дмитриев, В. В. Ежела, Б. В. Журавлев, Р. Б. Иванов, Б. С. Ишханов, В. М. Кулаков, В. Е. Сторижко, Н. П. Чижова

ЯДЕРНО-РЕАКТОРНЫЕ ДАННЫЕ

Зам. главного редактора **М. Н. Николаев**

А. П. Васильев, А. А. Дубинин, В. А. Дулин, С. М. Зарицкий, А. В. Звонарев, В. Д. Казарицкий, А. Н. Камышан, В. Д. Марковский, Б. Г. Рязанов, В. П. Семенов, Л. А. Трыков, В. В. Хромов, А. М. Цибуля, М. С. Юдкевич

Ответственный секретарь **В. В. Возяков**

© Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИАтоминформ), 1992

ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Серия: ЯДЕРНЫЕ КОНСТАНТЫ

Выпуск 2

НЕЙТРОННЫЕ КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ ЯДЕРНО-РЕАКТОРНЫЕ ДАННЫЕ КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Москва

Издается с 1971 г.

1992 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НЕЙТРОННЫЕ КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ

Рефераты работ по ядерным данным, выполненных в Институте ядерных исследований,
Киев, Украина

Исаев А.Г., Кисурин К.К., Колотый В.В., Кушнир И.И.,
Максимов Ю.К., Попов В.В., Халдин С.Ф.

Нейтронный спектрометр по времени пролета с разрешением менее 1нс 2

Исаев А.Г., Кальченко А.И., Колотый В.В., Кисурин К.К., Кушнир И.И.,
Максимов Ю.К., Попов В.В., Халдин С.Ф., Червяков В.Ю.

Полные нейтронные сечения ядер Nb, Bi, Al, Y, Mo в области энергии 3-50 МэВ 3

* * *

Лунев В.П., Мастеров В.С., Шубин Ю.Н.

Оценка нейтронных сечений реакций на ядрах-продуктах деления
в области энергий до 50 МэВ 4

Георгиев Г., Замятин Ю.С., Пикельнер Л.Б., Мурадян Г.В.,
Григорьев Ю.В., Маджарский Т., Янева Н.

Определение параметров нейтронных резонансов ^{147}Sm и ^{148}Sm 75

Лукьянов А.А., Высоцкий А.Г., Украинцев В.Ф.

Аналитический метод расчета средних сечений в области неразрешенных резонансов
для случая двух выходных каналов 86

ЯДЕРНО-РЕАКТОРНЫЕ ДАННЫЕ

Тютюнников П.Л.

Измерение эффективных долей запаздывающих нейтронов в реакторе 89

КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Чукреев Ф.Е.

О выборе источников излучения для калибровки спектрометров гамма-лучей 92

НЕЙТРОННЫЕ КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ

Мы продолжаем публикацию рефератов и аннотаций
работ по ядерным данным,
в настоящем выпуске представлен
Институт ядерных исследований, Киев, Украина

УДК 539.172

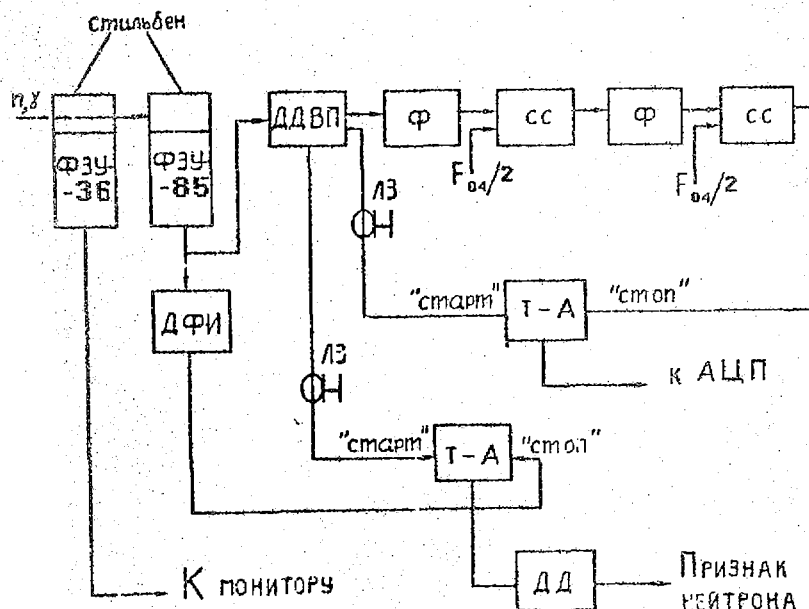
НЕЙТРОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА С РАЗРЕШЕНИЕМ МЕНЕЕ 1 нс

А.Г.Исаев, К.К.Кисурин, В.В.Колотый, И.И.Кушнир,
Ю.К.Максимов, В.В.Попов, С.Ф.Халдин
Институт ядерных исследований, Киев, Украина

TIME-OF-FLIGHT NEUTRON SPECTROMETER WITH RESOLUTION LESS THAN 1 ns. TOF method was carried out for automatic neutron spectrum measuring. Time resolution is about 0.8 ns. A copper neutron-producing target was irradiated by cyclotron proton or deuterium beams. Two stilbene scintillation detectors were used with flight paths 1.55 and 4 m.

Описанный в [1] нейтронный спектрометр существенно усовершенствован (см. рисунок). Применено два стильбеновых детектора, расположенных на пролетных расстояниях 1,55 и 4,0 м. Это обеспечивает относительно низкую границу экспериментальных спектров нейтронов и приемлемое энергетическое разрешение. Детекторы имеют независимые электронные тракты с использованием обращенной временной шкалы. Тракты включают системы для устранения погрешностей, связанных с конечной длительностью стартовых и стоповых импульсов, а также обеспечивают равную двум периодам ВЧ-напряжения длину спектров. Две гамма-линии на спектре необходимы для калибровки временной шкалы спектрометра.

Особое внимание уделялось формирователю временной отметки по постоянной части импульса, влияющему на временное разрешение спектрометра, и дискриминатору по форме импульса, определяющему отношение эффект/фон. Эти блоки созданы в нескольких вариантах. Временное разрешение спектрометра лучше 0,8 нс, а подавление гамма-фона при пороге детектора около 1 МэВ более чем в 400 раз.



Блок-схема измерительного тракта
одного канала времяпролетного
спектрометра

Один тракт имеет выход на ЭВМ СМ-1420, работающую в режиме "on line", а второй - на анализатор ИСА-70. Монитором служит небольшой кристалл стибьена в коллиматоре между мишенью и первым детектором, соединенный гибким световодом с ФЭУ.

Проблема фазовых нестабильностей решается двумя путями: создана электронная линейка для наблюдения времяпролетных спектров с коротким временем набора и высвечиванием на телевизионном мониторе, позволяющая постоянно следить за положением гамма-линии и ее формой; при помощи ЭВМ ведется корректировка положения гамма-линии.

Высокий уровень автоматизации позволяет производить набор информации без вмешательства оператора. Для обработки информации создан пакет специальных программ.

Список литературы

1. Пасечник М.В. и др. Времяпролетный нейтронный спектрометр на У-240 с использованием естественной модуляции пучка заряженных частиц/Нейтронная физика. М.: ЦНИИатоминформ, 1980. С.91-95.

УДК 539.172

ПОЛНЫЕ НЕЙТРОННЫЕ СЕЧЕНИЯ ЯДЕР Nb, Bi, Al, Y, Mo В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 3-50 МэВ

*А.Г.Исаев, А.И.Кальченко, В.В.Колотый, К.К.Кисурин, И.И.Кушкир,
Ю.К.Максимов, В.В.Попов, С.Ф.Халдин, В.Ю.Червяков
Институт ядерных исследований, Киев, Украина*

TOTAL NEUTRON CROSS SECTIONS OF Nb, Bi, Al, Y, Mo IN ENERGY REGION 3-50 MeV. Total neutron cross sections were measured by means of TOF-method using proton beam of cyclotron U-240. Average resolution is equal 0.75-2.5 ns/m. Flight paths were 1.55 and 4 m for two stilbene detectors. Carbon and hydrogen total neutron cross sections were used as standard.

Измерены полные нейтронные сечения в диапазоне энергий 3-50 МэВ для ряда ядер. Использовался нейтронный времяпролетный спектрометр на циклотроне У-240. Выведенный пучок протонов с энергией 50 МэВ бомбардировал медную мишень. Средний ток протонов на мишени - 25-50 мА, скважность - 4-6, среднее разрешение - 0,75-2,5 нс/м, скорость счета детектора - около 1 кГц. Детекторы со стибьеном 16x16 и 30x30 мм расположены на пролетных базах 1,55 и 4,0 м соответственно. Контроль за нормальной работой спектрометрической установки проводился по полным сечениям водорода и углерода.

В результате обработки полученных пропусков нейтронов образцами ниобия, висмута, алюминия, иттрия и молибдена (диаметр 20 мм) получены полные нейтронные сечения в диапазоне энергий 3-35 МэВ на базе 1,55 м и 3-35 МэВ на базе 4,0 м.

На точность измерений оказывали влияние нестабильность работы ускорителя, уход пучка с центра мишени, колебания тока и дрейф фазы пучка. Результирующая точность определялась длительностью набора спектров (время одной экспозиции на образце - 2 ч со сменой его каждые 5 мин) достигала 3-5% для высоких энергий и 10-15% в области более низких энергий.

Сравнение с подобными измерениями, выполненными в Японии на циклотроне в Осака на образцах углерода, кислорода, кремния, железа, молибдена и свинца в диапазоне энергий 25-70 МэВ, показывает, что наши данные не уступают по качеству аналогичным зарубежным измерениям.

Из-за невысокого энергетического разрешения такие методики дают хорошие результаты для ядер, полные сечения которых имеют в измеряемом диапазоне плавный ход.

Все возможности этой методики, в том числе и для прикладных целей, еще предстоит реализовать в будущем.

УДК 539.17

ОЦЕНКА НЕЙТРОННЫХ СЕЧЕНИЙ РЕАКЦИЙ НА ЯДРАХ-ПРОДУКТАХ ДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ДО 50 МэВ

В.П.Лунев, В.С.Мастеров, Ю.Н.Шубин
Физико-энергетический институт, Обнинск

NEUTRON CROSS SECTION EVALUATION FOR FISSION PRODUCTS IN NEUTRON ENERGY REGION UP TO 50 MeV. The evaluation of neutron cross sections for unstable nuclei-fission products for neutron energy up till 50 MeV is performed in this publication. This long-lived fission products have a high yields and therefore introduce a complex problem in fuel reprocessing cycle. The evaluation is based on calculations of reaction cross sections in frame on statistical nuclear reaction model with preequilibrium mechanism taken into account, realized in ALICE-87 code. The comparison, wherever it possible, with available experimental data proved that the result of this work can serve as first approach to input information for different kind calculations on environmental aspects of utilization of vast radioactive wastes and its transmutation.

Введение

Создание экологически-оптимального топливного цикла ядерной энергетики возможно будет включать в качестве одного из этапов разработку методов ядерного выжигания или трансмутации высокоактивных ядерных отходов. Наибольшую озабоченность вызывают два основных типа таких отходов: трансактиниды и ядра-осколки с большим выходом и периодом полураспада в несколько десятков лет. В качестве наиболее вероятного способа трансмутации при этом рассматривается использование жесткого нейтронного спектра быстрых реакторов. Однако, существует и другая потенциальная возможность использования для этих же целей пучков заряженных частиц, высокоэнергетических нейтронов или гамма-квантов, получаемых на высокоточных протонных или электронных ускорителях. Для создания концепции выжигания на ускорителях необходимо получение оцененных ядерных данных о взаимодействии соответствующих частиц промежуточных энергий с радиоактивными ядрами, для которых отсутствуют экспериментальные данные. Их отсутствие должно компенсироваться развитием достаточно надежных методов расчета соответствующих сечений и спектров, а также широким исследованием возможностей существующих методов, испытанных на стабильных изотопах.

Одним из первых этапов этой работы является проведение расчетов на основе моделей, используемых при получении оцененных нейтронных данных в области энергий до 20 МэВ, для более широкой области энергий, существенной для проблемы трансмутации и выжигания с использованием ускорителей. Результаты таких расчетов приводятся в настоящей работе. Были оценены энергетические зависимости нейтронных сечений реакций типа (n, xn) , $(n, xn\gamma)$ на важнейших с точки зрения проблемы выжигания изотопах: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{93}Zr , ^{94}Nb , ^{96}Zr , ^{99}Tc , ^{107}Pd , ^{108}Ag , ^{121}Sn , ^{126}Sn , ^{129}I , ^{135}Cs , ^{147}Sm , ^{148}Sm , ^{151}Sm , ^{158}Tb , ^{166}Ho . Сравнение с имеющимися экспериментальными данными для ядер, близких по массовому числу, показывает, что полученные результаты могут использоваться в качестве предварительной оценки для проблемы выжигания и трансмутации долгоживущих ядер продуктов деления.

Метод расчета нейтронных сечений при средних энергиях

Расчеты проводились на основе статистического подхода с помощью программы ALICE-87 [1], позволяющей получить различные характеристики реакций (сечения и спектры эмиссии) с учетом как равновесного, так и предравновесного механизмов реакции. Дифференциальное сечение предравновесного процесса можно записать в виде (гибридная модель) [2]:

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \sigma_{R'} \sum_{n=n_0} \left[\frac{\chi_\nu \cdot \rho_{n-1}(U)}{\rho_n(E)} \right] \cdot \left[\frac{\lambda_c(\varepsilon)}{\lambda_c(\varepsilon) + \lambda_+(\varepsilon)} \right] \cdot D_n, \quad (1)$$

Первый множитель в квадратных скобках представляет собой отношение плотностей состояний конфигураций до и после эмиссии из n -экситонного состояния, $\rho_n(E)$ - плотность частично-дырочных состояний конфигурации n экситонов, χ_ν - число экситонов типа ν (нейтрон или протон), которые могут вылетать с энергией в интервале от ε до $\varepsilon+d\varepsilon$, $U=E-B_\nu-\varepsilon$, где B - энергия связи частицы типа ν , $\lambda_+(\varepsilon)$ - вероятность конкурирующего процесса двухчастичных столкновений с усложнением конфигурации. Множитель D_n учитывает уменьшение заселенности n -экситонного состояния в процессе развития каскада эмиссии на предыдущих этапах. Вероятность нуклон-нуклонного рассеяния внутри ядра-мишени можно рассчитывать либо по величине мнимой части оптических потенциалов, используемых в программе, либо из экспериментальных данных по сечениям нуклон-нуклонного рассеяния с учетом принципа Паули [3]. Величина $\lambda_c(\varepsilon)$ представляет собой вероятность эмиссии нуклона в континуум и определяется на основе принципа детального равновесия

$$\lambda_c(\varepsilon) = (2s + 1) \cdot \Omega \cdot \frac{4\pi p^2 dp}{h^3} \cdot \frac{\sigma v}{\Omega g}, \quad (2)$$

где s - спин нуклона, Ω - объем, p - импульс нуклона, g - плотность одночастичных уровней, v - скорость нуклона внутри ядра, σ - сечение рассеяния.

В программе также предусмотрена возможность учета изменения плотности ядерной материи на поверхности ядра и конечности глубины потенциальной ямы (гибридная модель, зависящая от геометрии). Сечения реакции и сечение обратного процесса рассчитываются на основе оптической модели. Для расчетов по этой программе требуется указать тип реакции, число конечных ядер, число и тип вылетающих частиц, энергию налетающих частиц. Вклад предравновесного механизма определяется начальным числом экситонов данного типа и выбором модели для предравновесных процессов. Все другие параметры могут быть определены в соответствии с заложенными в программе вариантами расчетов. Мы использовали сечения обратного процесса и плотности уровней, заданные в программе. Энергии связи и энергии реакций, используемые в расчетах, определяются по экспериментальным значениям масс, в случае их отсутствия они вычислялись по формуле Майерса-Святецкого [4].

Плотность состояний частично-дырочных конфигураций вычисляется согласно формуле Струтинского-Эриксона [5].

После определения вклада предравновесной эмиссии рассчитывается эмиссия из составного ядра согласно теории Вайскопфа-Эвинга. В результате могут быть получены как спектры эмиссии, так и выходы всех продуктов реакции.

Результаты

Результаты расчетов показаны на рис.1-67, численные данные приведены в табл.1-67. Следует отметить, что расчеты проводились с глобальным набором параметров, дающим общую картину в широком интервале энергий и массовых чисел. Более детальный набор параметров можно определить в результате сравнения с имеющимися экспериментальными данными. Такие экспериментальные данные непосредственно для рассматриваемых радиоактивных ядер-осколков деления отсутствуют, поэтому возможно лишь сравнение с экспериментальными результатами, полученными для ядер с близкими массовыми числами. Кроме того, можно использованные методы расчетов применить для описания реакций, вызванных заряженными частицами в интересующей нас области средних энергий, и получить информацию о точности и надежности этих методов.

На рис.1 показаны типичные результаты расчетов функции возбуждения реакций $^{90}\text{Sr}(n, xn)$ с образованием изотопов $^{89,88,87,86}\text{Sr}$ для энергий налетающих нейтронов до 50 МэВ. Цифры у кривых указывают массовое число соответствующего изотопа. На рис.2 представлены результаты расчетов функций возбуждения реакций $^{90}\text{Sr}(n, pxn)$ с образованием изотопов с массовыми числами от 90 до 85. Здесь же приводятся экспериментальные данные [6] по сечению реакции $^{88}\text{Sr}(n, p)$ в области энергий около 14 МэВ. Видно

разумное согласие между экспериментальными и расчетными результатами. На рис.40, 41 показаны результаты расчетов функций возбуждения реакций $^{129}\text{I}(n, xn)$ и $^{129}\text{I}(n, pxn)$. Здесь же приведены экспериментальные данные по сечениям реакций $^{127}\text{I}(n, 2n)$ и $^{127}\text{I}(n, p)$ в области энергий 14-20 МэВ [6]. Видно, что согласие между результатами расчетов и экспериментальными данными для соответствующих реакций вполне удовлетворительно. Аналогичное сравнение можно провести для функций возбуждения реакций на ядре ^{135}Cs . На рис.44 и 45 показаны результаты расчетов функций возбуждения реакций (n, xn) , (n, pxn) на ядрах ^{135}Cs и экспериментальные данные по сечениям реакций $^{133}\text{Cs}(n, 2n)$ и $^{133}\text{Cs}(n, p)$. Экспериментальные данные и теоретические расчеты хорошо согласуются между собой.

В работах [7-9] был проведен анализ методов расчета сечений реакций, вызываемых легкими заряженными частицами, на ядрах среднего атомного веса. Сравнение с обширным экспериментальным материалом показало, что используемые методы дают удовлетворительное описание экспериментальных данных в широкой области энергий. Поэтому можно считать, что представленные здесь результаты расчетов сечений реакций, вызванных нейтронами с энергией до 50 МэВ, могут использоваться в качестве предварительной оценки при решении задач, связанных с проблемой выжигания и трансмутации долгоживущих продуктов деления.

Список литературы

1. Blann M. Code ALICE-85/300. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA 94550 (1983).
Blann M. ALICE-87 (Livermore) Precompound Nuclear Model Code IAEA-NDS-93 REV.0 1988.
2. Blann M., Vonach. H.K. // Phys.Rev. C28, 1475 (1983).
3. Kikuchi K. and Kawai M. Nuclear Matter and Nuclear Interactions, North-Holland Publishing Co., Amsterdam (1968).
4. Myers W.D. and Swiatecki W.J. Anomalies in nuclear masses. Arkiv for Fysik v.36, 343 (1967).
5. Игнатиук А.В. Статистические свойства возбужденных атомных ядер. М.: Энергоатомиздат, 1983.
6. Бычков В.М., Манохин В.Н., Пащенко А.Б., Пляскин В.И. Сечения пороговых реакций, вызываемых нейтронами /Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1982.
7. Shubin Yu.N. (1990) The Analysis of (p, xn) reaction cross sections for fission product nuclei./Rep. in IAEA Advisory Group Meeting on Intermediate Energy Nuclear Data for Applications, Vienna, 8-12 October, 1990.
8. Lunev V.P., Kurenkov N.V., Malinin A.B., Masterov V.S., Shubin Yu.N. An analysis of reaction cross-section calculation methods for the production of medical radioisotopes./Report on International Conference Nuclear Data for Science and Technology. 13-17 May 1991, Julich.
9. Lunev V.P., Kurenkov N.V., Malinin A.B., Masterov V.S., Shubin Yu.N. Excitation Functions for the Formation of Neutron Deficient nuclei of Iodine-123, Xenon-123 and Caesium-123. Theoretical and Experimental Data. 1992 Int. J. Applied Radiation and Isotopes. - in press.

Таблица 1

Расчетные функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, xn)\text{Sr}^*$

En	^{90}Sr	^{89}Sr	^{88}Sr	^{87}Sr	^{86}Sr
2.0	2.42E+03				
4.0	2.03E+03				
6.0	1.95E+03				
8.0	1.89E+03				
10.0	6.60E+02	1.10E+03			
12.0	2.88E+02	1.42E+03			
14.0	1.91E+02	1.51E+03			
16.0	1.50E+02	1.32E+03			
18.0	1.25E+02	8.43E+02	3.43E+02		
20.0	1.15E+02	5.15E+02	7.03E+02		
22.0	1.09E+02	3.54E+02	9.18E+02		
24.0	1.14E+02	2.84E+02	9.85E+02		
26.0	1.04E+02	2.31E+02	1.03E+03		
28.0	9.55E+01	1.99E+02	1.02E+03	7.97E+00	
30.0	9.00E+01	1.79E+02	9.47E+02	7.40E+01	
32.0	8.54E+01	1.65E+02	8.08E+02	1.98E+02	
34.0	8.01E+01	1.53E+02	6.62E+02	3.26E+02	
36.0	7.47E+01	1.42E+02	5.38E+02	4.24E+02	
38.0	7.01E+01	1.34E+02	4.31E+02	4.83E+02	1.09E+00
40.0	6.62E+01	1.25E+02	3.64E+02	4.93E+02	1.21E+01
42.0	6.27E+01	1.22E+02	3.25E+02	4.66E+02	3.21E+01
44.0	5.96E+01	1.15E+02	2.88E+02	4.45E+02	5.96E+01
46.0	5.64E+01	1.07E+02	2.55E+02	3.86E+02	1.24E+02
48.0	5.34E+01	1.01E+02	2.33E+02	3.38E+02	1.73E+02
50.0	5.07E+01	9.56E+01	2.16E+02	2.98E+02	2.13E+02

Функции возбуждения реакций взаимодействия нейтронов с нуклидами ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{93}Zr , ^{94}Nb , ^{96}Zr , ^{99}Tc , ^{107}Pd , ^{108}Ag , ^{121}Sn , ^{126}Sn , ^{129}I , ^{147}Sm , ^{148}Sm , ^{151}Sm , ^{158}Tb , ^{166}Ho с вылетом нуклонов, рассчитанные с помощью программы ALICE-87.

В первой колонке указана энергия налетающих нейтронов в мегаэлектрон-вольтах, функции возбуждения везде приведены в миллибарнах.

Таблица 2

Расчетные функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, p\alpha n)\text{Rb}$

En	^{90}Rb	^{89}Rb	^{88}Rb	^{87}Rb	^{86}Rb	^{85}Rb
10.0	1.88E-01					
12.0	2.85E+00					
14.0	1.03E+01	5.53E-04				
16.0	2.24E+01	4.75E+00				
18.0	3.18E+01	1.01E+01				
20.0	3.79E+01	1.83E+01	1.25E-04			
22.0	4.19E+01	3.07E+01	2.82E-02			
24.0	4.33E+01	5.00E+01	2.37E-01			
26.0	4.22E+01	6.86E+01	1.50E+00			
28.0	4.06E+01	8.46E+01	5.83E+00	4.87E-03		
30.0	3.96E+01	9.75E+01	1.43E+01	1.07E-01		
32.0	3.88E+01	1.07E+02	2.65E+01	6.61E-01		
34.0	3.73E+01	1.07E+02	4.48E+01	2.61E+00		
36.0	3.52E+01	1.06E+02	6.14E+01	7.12E+00	2.02E-06	
38.0	3.65E+01	1.03E+02	7.35E+01	1.27E+01	2.21E-03	
40.0	3.48E+01	1.00E+02	8.62E+01	2.16E+01	5.45E-02	
42.0	3.34E+01	9.76E+01	9.60E+01	3.21E+01	3.23E-01	
44.0	3.21E+01	9.52E+01	1.03E+02	4.41E+01	8.30E-01	
46.0	3.06E+01	9.39E+01	1.02E+02	6.10E+01	3.52E+00	3.91E-06
48.0	2.91E+01	9.10E+01	1.03E+02	7.52E+01	7.89E+00	1.27E-03
50.0	2.77E+01	8.81E+01	1.00E+02	8.81E+01	1.42E+01	2.72E-02

Таблица 3

Расчетные функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, 2p\alpha n)\text{Kr}$

En	^{89}Kr	^{88}Kr	^{87}Kr	^{86}Kr	^{85}Kr	^{84}Kr
6.0			2.71E-04			
8.0			1.16E-02			
10.0			8.26E-02			
12.0			2.46E-01			
14.0			5.27E-01	9.74E-03		
16.0			7.52E-01	1.33E-01		
18.0			5.79E-01	1.04E+00		
20.0	1.60E-01		2.57E-01	2.51E+00		
22.0	7.32E-01		9.75E-02	3.81E+00	1.01E-04	
24.0	1.50E+00		3.48E-02	4.85E+00	1.73E-02	
26.0	2.31E+00		1.06E-02	5.15E+00	3.16E-01	
28.0	3.12E+00		3.84E-03	4.99E+00	1.71E+00	
30.0	4.10E+00	3.29E-05	1.33E-03	3.66E+00	3.96E+00	
32.0	5.18E+00	4.31E-04	4.62E-04	2.63E+00	5.92E+00	2.72E-04
34.0	6.23E+00	2.18E-03	1.48E-04	1.49E+00	7.23E+00	1.84E-02
36.0	7.11E+00	6.11E-03	1.11E-04	9.18E-01	8.14E+00	2.54E-01
38.0	7.55E+00	6.72E-02	3.80E-04	5.81E-01	7.59E+00	1.20E+00
40.0	7.79E+00	4.60E-01	2.15E-03	4.02E-01	6.17E+00	2.96E+00
42.0	8.16E+00	8.31E-01	8.20E-03	3.25E-01	4.85E+00	5.15E+00
44.0	8.17E+00	1.79E+00	2.04E-02	2.45E-01	3.80E+00	6.39E+00
46.0	8.09E+00	2.91E+00	4.30E-02	2.11E-01	2.77E+00	8.62E+00
48.0	7.97E+00	4.10E+00	7.07E-02	1.95E-01	2.11E+00	9.89E+00
50.0	7.86E+00	5.31E+00	1.16E-01	2.04E-01	1.73E+00	1.06E+01

Таблица 4

Расчетные функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, xn)\text{Cs}$

En	^{137}Cs	^{136}Cs	^{135}Cs	^{134}Cs	^{133}Cs
2.0	2.92E+03				
4.0	2.51E+03				
6.0	2.33E+03				
8.0	2.32E+03				
10.0	1.17E+03	9.79E+02			
12.0	4.70E+02	1.60E+03			
14.0	3.07E+02	1.75E+03			
16.0	2.44E+02	1.74E+03	1.66E+01		
18.0	2.08E+02	1.27E+03	4.50E+02		
20.0	1.94E+02	7.67E+02	9.31E+02		
22.0	1.83E+02	5.01E+02	1.18E+03		
24.0	1.66E+02	3.72E+02	1.27E+03		
26.0	1.54E+02	3.04E+02	1.29E+03	1.34E+01	
28.0	1.46E+02	2.65E+02	1.15E+03	1.51E+02	
30.0	1.39E+02	2.39E+02	9.67E+02	3.10E+02	
32.0	1.31E+02	2.20E+02	7.05E+02	5.74E+02	2.85E-02
34.0	1.22E+02	2.02E+02	5.51E+02	6.98E+02	7.10E+00
36.0	1.27E+02	1.91E+02	4.64E+02	7.15E+02	3.85E+01
38.0	1.22E+02	1.79E+02	3.91E+02	6.73E+02	1.31E+02
40.0	1.16E+02	1.68E+02	3.39E+02	5.84E+02	2.48E+02
42.0	1.10E+02	1.58E+02	3.02E+02	4.90E+02	3.54E+02
44.0	1.04E+02	1.49E+02	2.72E+02	4.11E+02	4.35E+02
46.0	9.97E+01	1.41E+02	2.50E+02	3.49E+02	4.85E+02
48.0	9.56E+01	1.35E+02	2.31E+02	3.01E+02	4.99E+02
50.0	9.17E+01	1.29E+02	2.16E+02	2.64E+02	4.80E+02

Таблица 5

Расчетные функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, pxn)\text{Xe}$

En	^{137}Xe	^{136}Xe	^{135}Xe	^{134}Xe	^{133}Xe	^{132}Xe
8.0	3.36E-02					
10.0	6.92E-01	3.11E-07				
12.0	3.64E+00	9.44E-01				
14.0	8.23E+00	2.75E+00				
16.0	1.43E+01	7.14E+00				
18.0	1.75E+01	1.32E+01	5.77E-05			
20.0	2.01E+01	2.81E+01	5.94E-03			
22.0	2.13E+01	4.72E+01	1.91E-01			
24.0	2.03E+01	6.53E+01	1.68E+00			
26.0	2.41E+01	7.94E+01	4.73E+00	1.58E-04		
28.0	2.39E+01	9.54E+01	1.28E+01	8.82E-03		
30.0	2.32E+01	1.07E+02	2.53E+01	1.18E-01		
32.0	2.21E+01	1.11E+02	4.18E+01	8.87E-01		
34.0	2.06E+01	1.08E+02	6.26E+01	3.42E+00	3.41E-05	
36.0	1.97E+01	1.09E+02	7.74E+01	8.45E+00	2.22E-03	
38.0	1.90E+01	1.06E+02	9.19E+01	1.66E+01	3.53E-02	
40.0	1.82E+01	1.04E+02	1.03E+02	2.73E+01	2.66E-01	2.16E-08
42.0	1.71E+01	1.01E+02	1.10E+02	3.97E+01	1.24E+00	4.05E-05
44.0	1.61E+01	9.79E+01	1.15E+02	5.18E+01	3.88E+00	2.31E-03
46.0	1.54E+01	9.84E+01	1.16E+02	5.67E+01	6.00E+00	2.20E-02
48.0	1.48E+01	9.65E+01	1.15E+02	6.84E+01	1.15E+01	8.65E-02
50.0	1.40E+01	9.60E+01	1.12E+02	8.17E+01	1.83E+01	3.81E-01

Таблица 6

Расчетные функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, 2p\alpha n)\text{I}$

En	^{136}I	^{135}I	^{134}I	^{133}I	^{132}I	^{131}I
8.0			5.92E-04			
10.0			3.84E-03			
12.0			1.43E-02			
14.0			3.93E-02	2.25E-03		
16.0			6.90E-02	2.51E-02		
18.0			6.28E-02	1.03E-01		
20.0	3.59E-01		2.90E-02	2.20E-01		
22.0	9.10E-01	5.01E-03	8.86E-03	3.28E-01	2.97E-04	
24.0	1.43E+00	6.22E-02	2.51E-03	4.42E-01	1.06E-02	
26.0	2.11E+00	1.72E-01	6.69E-04	4.98E-01	8.56E-02	
28.0	3.02E+00	2.62E-01	1.79E-04	4.26E-01	3.09E-01	7.10E-06
30.0	3.92E+00	2.95E-01	4.86E-05	2.81E-01	6.48E-01	1.55E-03
32.0	4.91E+00	3.03E-01	1.31E-05	1.45E-01	9.06E-01	2.67E-02
34.0	5.92E+00	3.07E-01	3.84E-06	7.86E-02	1.05E+00	1.56E-01
36.0	7.01E+00	4.01E-01	6.07E-06	4.84E-02	9.55E-01	4.07E-01
38.0	7.88E+00	8.11E-01	5.26E-05	3.31E-02	7.66E-01	8.38E-01
40.0	8.33E+00	1.61E+00	3.05E-04	2.56E-02	5.51E-01	1.29E+00
42.0	8.45E+00	2.66E+00	1.20E-03	2.13E-02	3.91E-01	1.71E+00
44.0	8.48E+00	3.84E+00	3.37E-03	2.03E-02	3.12E-01	2.12E+00
46.0	8.50E+00	5.14E+00	6.90E-03	1.63E-02	2.23E-01	2.21E+00
48.0	8.49E+00	6.46E+00	1.25E-02	1.58E-02	1.77E-01	2.10E+00
50.0	8.65E+00	7.61E+00	2.04E-02	1.74E-02	1.49E-01	1.88E+00

Таблица 7

Расчетные функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, 3p\alpha n)\text{Te}$

En	^{135}Te	^{134}Te	^{133}Te	^{132}Te	^{131}Te	^{130}Te
20.0			2.21E-09			
22.0			6.24E-08			
24.0			7.19E-07	1.02E-11		
26.0			3.38E-06	2.11E-09		
28.0			1.50E-05	1.78E-07		
30.0			4.94E-05	3.67E-06		
32.0			1.21E-04	3.52E-05	4.10E-10	
34.0			2.19E-04	1.81E-04	3.15E-08	
36.0	5.79E-17	1.78E-18	2.71E-04	6.39E-04	1.07E-06	
38.0	1.03E-14	3.84E-15	3.33E-04	1.53E-03	1.54E-05	4.23E-11
40.0	4.55E-13	3.45E-13	4.02E-04	3.21E-03	1.28E-04	9.18E-09
42.0	6.52E-12	9.30E-12	4.18E-04	5.34E-03	6.41E-04	3.38E-07
44.0	4.77E-11	1.22E-10	4.17E-04	7.56E-03	2.08E-03	4.67E-06
46.0	2.08E-10	9.52E-10	4.09E-04	9.56E-03	5.06E-03	4.52E-05
48.0	5.59E-10	4.91E-09	3.41E-04	1.02E-02	9.41E-03	2.93E-04
50.0	1.32E-09	2.67E-08	3.28E-04	1.10E-02	1.53E-02	1.34E-03

Таблица 8

Расчетные функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, xn)\text{Zr}$

E_n	^{93}Zr	^{92}Zr	^{91}Zr	^{90}Zr	^{89}Zr
2.0	2.38E+03				
4.0	2.03E+03				
6.0	2.01E+03				
8.0	1.14E+03	3.37E+00			
10.0	3.81E+02	1.05E+03			
12.0	2.19E+02	1.39E+03			
14.0	1.67E+02	1.49E+03			
16.0	1.40E+02	1.47E+03			
18.0	1.23E+02	1.19E+03	2.36E+02		
20.0	1.16E+02	7.94E+02	3.95E+02		
22.0	1.11E+02	5.35E+02	3.26E+02		
24.0	1.14E+02	4.11E+02	3.96E+02		
26.0	1.05E+02	3.16E+02	3.84E+02	1.27E+01	
28.0	3.61E+01	2.64E+02	7.45E+02	9.97E+01	
30.0	9.33E+01	2.36E+02	5.79E+02	2.40E+02	
32.0	6.32E+01	2.16E+02	4.47E+02	3.71E+02	
34.0	8.25E+01	1.91E+02	3.91E+02	4.22E+02	
36.0	7.72E+01	1.77E+02	3.19E+02	4.85E+02	
38.0	7.28E+01	1.66E+02	2.71E+02	5.14E+02	9.62E-01
40.0	6.91E+01	1.56E+02	2.37E+02	5.11E+02	1.00E+01
42.0	6.55E+01	1.48E+02	2.12E+02	4.77E+02	3.45E+01
44.0	6.21E+01	1.40E+02	1.94E+02	4.27E+02	7.11E+01
46.0	5.89E+01	1.33E+02	1.79E+02	3.77E+02	1.11E+02
48.0	5.59E+01	1.32E+02	1.65E+02	3.18E+02	1.47E+02
50.0	5.31E+01	1.25E+02	1.54E+02	2.82E+02	1.74E+02

Таблица 9

Расчетные функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, pxn)\text{Y}$

E_n	^{93}Y	^{92}Y	^{91}Y	^{90}Y	^{89}Y	^{88}Y
6.0	2.08E-01					
8.0	1.64E+00					
10.0	6.30E+00					
12.0	1.77E+01	1.86E-03				
14.0	3.14E+01	6.09E+00				
16.0	4.55E+01	1.32E+01				
18.0	5.19E+01	2.19E+01	1.62E-03			
20.0	5.66E+01	3.37E+01	1.23E-01			
22.0	5.88E+01	3.24E+01	3.03E-01			
24.0	5.74E+01	7.39E+01	3.49E+00			
26.0	5.47E+01	9.09E+01	1.11E+01	5.76E-05		
28.0	5.27E+01	1.03E+02	2.31E+01	3.15E-02		
30.0	5.16E+01	1.10E+02	4.03E+01	3.76E-01		
32.0	4.98E+01	1.12E+02	6.15E+01	1.61E+00		
34.0	4.70E+01	1.09E+02	8.31E+01	7.03E+00	3.44E-04	
36.0	4.43E+01	1.06E+02	9.96E+01	1.56E+01	3.60E-02	
38.0	4.22E+01	1.04E+02	1.07E+02	3.14E+01	4.49E+00	
40.0	4.05E+01	1.01E+02	1.16E+02	4.30E+01	1.76E+01	
42.0	3.88E+01	9.80E+01	1.24E+02	5.39E+01	3.59E+01	
44.0	3.69E+01	9.66E+01	1.27E+02	6.29E+01	5.42E+01	
46.0	3.51E+01	9.35E+01	1.29E+02	7.09E+01	7.03E+01	6.39E-05
48.0	3.34E+01	9.04E+01	1.27E+02	7.60E+01	8.41E+01	7.72E-03
50.0	3.19E+01	8.78E+01	1.24E+02	8.58E+01	9.48E+01	9.29E-02

Таблица 10

Расчетные функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, 2\text{pxn})\text{Sr}$

En	^{92}Sr	^{91}Sr	^{90}Sr	^{89}Sr	^{88}Sr	^{87}Sr
4.0			1.83E-03			
6.0			8.12E-02			
8.0			3.71E-01			
10.0			8.00E-01			
12.0			1.31E+00	1.02E-01		
14.0			1.80E+00	1.33E+00		
16.0	3.27E-01		1.31E+00	4.90E+00		
18.0	7.57E-01		8.83E-01	7.86E+00	5.24E-04	
20.0	1.48E+00		3.32E-01	1.06E+01	9.17E-02	
22.0	2.25E+00	5.42E-10	1.03E-01	1.07E+01	1.34E+00	
24.0	3.07E+00	6.39E-07	3.74E-02	8.93E+00	5.52E+00	
26.0	3.91E+00	2.03E-05	1.26E-02	5.61E+00	1.30E+01	
28.0	4.86E+00	2.45E-04	4.24E-03	3.01E+00	1.92E+01	
30.0	6.02E+00	1.73E-03	1.46E-03	1.72E+00	2.46E+01	1.53E-03
32.0	7.19E+00	7.13E-03	4.68E-04	1.06E+00	2.83E+01	8.02E-02
34.0	8.26E+00	1.94E-02	5.03E-04	8.01E-01	3.20E+01	9.64E-01
36.0	9.34E+00	4.26E-02	2.11E-03	7.00E-01	3.12E+01	3.26E+00
38.0	1.04E+01	2.29E-01	1.53E-02	5.78E-01	2.85E+01	8.64E+00
40.0	1.10E+01	8.44E-01	4.42E-02	5.04E-01	2.36E+01	1.54E+01
42.0	1.13E+01	1.83E+00	9.92E-02	4.93E-01	1.89E+01	2.25E+01
44.0	1.13E+01	2.99E+00	2.02E-01	4.63E-01	1.51E+01	2.82E+01
46.0	1.12E+01	4.23E+00	2.97E-01	4.13E-01	1.16E+01	3.00E+01
48.0	1.11E+01	5.49E+00	4.19E-01	4.57E-01	9.41E+00	3.01E+01
50.0	1.09E+01	6.63E+00	4.91E-01	5.39E-01	9.01E+00	2.82E+01

Таблица 11

Расчетные функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, 3\text{pxn})\text{Rb}$

En	^{91}Rb	^{90}Rb	^{89}Rb	^{88}Rb	^{87}Rb	^{86}Rb
18.0			9.47E-09			
20.0			1.18E-06			
22.0			2.33E-05	1.93E-10		
24.0			1.95E-04	2.24E-07		
26.0			7.93E-04	7.43E-06		
28.0			2.41E-03	1.08E-04		
30.0			6.27E-03	9.88E-04	1.74E-07	
32.0	1.53E-15		1.20E-02	5.64E-03	1.52E-05	
34.0	2.98E-12		1.78E-02	2.09E-02	3.29E-04	
36.0	2.10E-10		1.89E-02	4.60E-02	1.33E-03	
38.0	8.29E-09	2.26E-12	2.15E-02	1.05E-01	1.55E-02	6.84E-11
40.0	6.23E-08	3.43E-10	2.11E-02	1.56E-01	5.20E-02	3.87E-08
42.0	2.99E-07	8.13E-09	2.03E-02	1.93E-01	1.48E-01	6.45E-06
44.0	1.08E-06	1.74E-07	1.95E-02	2.19E-01	3.02E-01	1.91E-04
46.0	2.81E-06	1.24E-06	1.66E-02	2.08E-01	4.75E-01	2.04E-03
48.0	5.74E-06	5.76E-06	1.70E-02	2.56E-01	7.33E-01	8.21E-03
50.0	9.69E-06	1.75E-05	1.61E-02	2.59E-01	9.61E-01	3.20E-02

Таблица 12

Расчетные функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, Xn)\text{Nb}$

En	^{94}Nb	^{93}Nb	^{92}Nb	^{91}Nb	^{90}Nb
2.0	0.237E+04				
4.0	0.203E+04				
6.0	0.202E+04				
8.0	0.162E+04	0.287E+03			
10.0	0.616E+03	0.115E+04			
12.0	0.320E+03	0.139E+04			
14.0	0.226E+03	0.144E+04			
16.0	0.184E+03	0.141E+04			
18.0	0.160E+03	0.115E+04	0.113E+03		
20.0	0.151E+03	0.787E+03	0.322E+03		
22.0	0.145E+03	0.535E+03	0.582E+03		
24.0	0.144E+03	0.415E+03	0.686E+03		
26.0	0.133E+03	0.321E+03	0.795E+03	0.338E+01	
28.0	0.124E+03	0.269E+03	0.760E+03	0.528E+02	
30.0	0.119E+03	0.239E+03	0.649E+03	0.119E+03	
32.0	0.113E+03	0.219E+03	0.521E+03	0.225E+03	
34.0	0.106E+03	0.202E+03	0.415E+03	0.314E+03	
36.0	0.994E+02	0.187E+03	0.338E+03	0.364E+03	
38.0	0.941E+02	0.175E+03	0.285E+03	0.374E+03	
40.0	0.897E+02	0.165E+03	0.248E+03	0.349E+03	0.290E+00
42.0	0.855E+02	0.155E+03	0.221E+03	0.309E+03	0.334E+01
44.0	0.811E+02	0.147E+03	0.201E+03	0.266E+03	0.170E+02
46.0	0.769E+02	0.140E+03	0.184E+03	0.232E+03	0.350E+02
48.0	0.732E+02	0.127E+03	0.170E+03	0.201E+03	0.651E+02
50.0	0.699E+02	0.127E+03	0.159E+03	0.185E+03	0.732E+02

Таблица 13

Расчетные функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, pxn)\text{Zr}$

En	^{94}Zr	^{93}Zr	^{92}Zr	^{91}Zr	^{90}Zr
4.0	0.103E+01				
6.0	0.468E+01				
8.0	0.124E+02	0.175E-03			
10.0	0.241E+02	0.277E+01			
12.0	0.427E+02	0.110E+02			
14.0	0.515E+02	0.226E+02			
16.0	0.536E+02	0.371E+02	0.173E-02		
18.0	0.535E+02	0.606E+02	0.209E+00		
20.0	0.546E+02	0.824E+02	0.275E+01		
22.0	0.544E+02	0.998E+02	0.132E+02		
24.0	0.520E+02	0.115E+03	0.238E+02	0.568E-03	
26.0	0.491E+02	0.120E+03	0.439E+02	0.879E-01	
28.0	0.470E+02	0.119E+03	0.671E+02	0.922E+00	
30.0	0.452E+02	0.117E+03	0.924E+02	0.447E+01	
32.0	0.431E+02	0.114E+03	0.104E+03	0.143E+02	0.518E-04
34.0	0.406E+02	0.109E+03	0.116E+03	0.294E+02	0.576E-02
36.0	0.384E+02	0.105E+03	0.125E+03	0.475E+02	0.585E+00
38.0	0.365E+02	0.101E+03	0.130E+03	0.650E+02	0.816E+01
40.0	0.348E+02	0.994E+02	0.136E+03	0.798E+02	0.320E+02
42.0	0.372E+02	0.964E+02	0.139E+03	0.867E+02	0.686E+02
44.0	0.354E+02	0.934E+02	0.139E+03	0.941E+02	0.118E+03
46.0	0.336E+02	0.905E+02	0.144E+03	0.960E+02	0.144E+03
48.0	0.320E+02	0.889E+02	0.141E+03	0.103E+03	0.149E+03
50.0	0.306E+02	0.873E+02	0.137E+03	0.109E+03	0.160E+03

Таблица 14

Расчетные функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, 2\text{pxn})\text{Y}$

En	^{93}Y	^{92}Y	^{91}Y	^{90}Y	^{89}Y
2.0			0.266E-01		
4.0			0.396E+00		
6.0			0.152E+01		
8.0			0.210E+01		
10.0			0.352E+01	0.193E-01	
12.0			0.555E+01	0.774E+00	
14.0	0.436E+00		0.583E+01	0.709E+01	
16.0	0.106E+01		0.318E+01	0.165E+02	
18.0	0.173E+01		0.118E+01	0.238E+02	0.919E-01
20.0	0.272E+01	0.372E-08	0.414E+00	0.280E+02	0.401E+02
22.0	0.370E+01	0.335E-05	0.140E+00	0.289E+02	0.577E+02
24.0	0.471E+01	0.130E-03	0.470E-01	0.226E+02	0.641E+02
26.0	0.574E+01	0.147E-02	0.157E-01	0.149E+02	0.687E+02
28.0	0.688E+01	0.987E-02	0.496E-02	0.857E+01	0.717E+02
30.0	0.823E+01	0.375E-01	0.183E-02	0.546E+01	0.734E+02
32.0	0.955E+01	0.949E-01	0.276E-02	0.406E+01	0.741E+02
34.0	0.107E+02	0.197E+00	0.140E-01	0.313E+01	0.701E+02
36.0	0.114E+02	0.493E+00	0.498E-01	0.259E+01	0.598E+02
38.0	0.120E+02	0.158E+01	0.151E+00	0.202E+01	0.499E+02
40.0	0.121E+02	0.289E+01	0.329E+00	0.181E+01	0.407E+02
42.0	0.120E+02	0.430E+01	0.540E+00	0.209E+01	0.362E+02
44.0	0.118E+02	0.575E+01	0.838E+00	0.196E+01	0.308E+02
46.0	0.116E+02	0.717E+01	0.113E+01	0.190E+01	0.252E+02
48.0	0.114E+02	0.849E+01	0.143E+01	0.183E+01	0.216E+02
50.0	0.112E+02	0.960E+01	0.186E+01	0.218E+01	0.204E+02

Таблица 15

Расчетные функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, 3\text{pxn})\text{Sr}$

En	^{92}Sr	^{91}Sr	^{90}Sr	^{89}Sr	^{88}Sr
14.0			0.212E-06		
16.0			0.183E-04		
18.0			0.452E-03	0.741E-08	
20.0			0.246E-02	0.255E-05	
22.0			0.707E-02	0.996E-04	
24.0			0.184E-01	0.125E-02	
26.0			0.356E-01	0.950E-02	0.747E-07
28.0	0.179E-11		0.553E-01	0.450E-01	0.134E-03
30.0	0.370E-09		0.602E-01	0.120E+00	0.209E-01
32.0	0.109E-07	0.566E-12	0.631E-01	0.251E+00	0.703E+00
34.0	0.131E-06	0.335E-09	0.656E-01	0.416E+00	0.129E+01
36.0	0.517E-06	0.124E-07	0.615E-01	0.545E+00	0.277E+01
38.0	0.333E-05	0.473E-06	0.576E-01	0.657E+00	0.373E+01
40.0	0.963E-05	0.338E-05	0.480E-01	0.675E+00	0.424E+01
42.0	0.174E-04	0.129E-04	0.483E-01	0.687E+00	0.449E+01
44.0	0.288E-04	0.473E-04	0.456E-01	0.675E+00	0.469E+01
46.0	0.443E-04	0.133E-03	0.429E-01	0.630E+00	0.490E+01
48.0	0.661E-04	0.327E-03	0.403E-01	0.618E+00	0.541E+01
50.0	0.107E-03	0.587E-03	0.333E-01	0.586E+00	0.597E+01

Таблица 16

Расчетные функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, xn)^{95}\text{Zr}$

En	^{96}Zr	^{95}Zr	^{94}Zr	^{93}Zr	^{92}Zr
2.0	2.34E+03				
4.0	2.05E+03				
6.0	2.06E+03				
8.0	1.94E+03				
10.0	6.82E+02	1.12E+03			
12.0	3.04E+02	1.48E+03			
14.0	1.96E+02	1.57E+03			
16.0	1.51E+02	1.34E+03			
18.0	1.30E+02	8.48E+02	3.71E+02		
20.0	1.22E+02	5.30E+02	7.42E+02		
22.0	1.14E+02	3.60E+02	9.68E+02		
24.0	1.03E+02	2.73E+02	1.06E+03	7.03E+00	
26.0	1.06E+02	2.34E+02	1.01E+03	6.19E+01	
28.0	1.00E+02	2.04E+02	8.59E+02	2.18E+02	
30.0	9.52E+01	1.85E+02	6.54E+02	3.95E+02	
32.0	8.92E+01	1.70E+02	5.03E+02	5.32E+02	5.46E-02
34.0	8.29E+01	1.58E+02	3.92E+02	6.03E+02	2.54E+00
36.0	7.78E+01	1.46E+02	3.17E+02	5.96E+02	2.38E+01
38.0	7.35E+01	1.37E+02	2.67E+02	5.40E+02	7.58E+01
40.0	6.97E+01	1.29E+02	2.32E+02	4.66E+02	1.48E+02
42.0	6.60E+01	1.26E+02	2.12E+02	4.07E+02	1.99E+02
44.0	6.24E+01	1.19E+02	2.08E+02	3.52E+02	2.40E+02
46.0	5.91E+01	1.12E+02	1.90E+02	3.01E+02	2.87E+02
48.0	5.61E+01	1.06E+02	1.76E+02	2.62E+02	3.16E+02
50.0	5.34E+01	9.90E+01	1.63E+02	2.27E+02	3.31E+02

Таблица 17

Расчетные функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, pxn)^{95}\text{Y}$

En	^{96}Y	^{95}Y	^{94}Y	^{93}Y	^{92}Y	^{91}Y
10.0	1.30E-01					
12.0	1.91E+00					
14.0	8.84E+00	2.39E-04				
16.0	1.97E+01	4.32E+00				
18.0	2.95E+01	9.32E+00				
20.0	3.72E+01	1.77E+01	4.35E-05			
22.0	4.05E+01	2.87E+01	1.37E-02			
24.0	4.35E+01	4.31E+01	1.62E-01			
26.0	4.25E+01	6.17E+01	1.12E+00	2.45E-08		
28.0	4.21E+01	7.87E+01	3.54E+00	3.22E-03		
30.0	4.16E+01	9.40E+01	1.04E+01	6.94E-02		
32.0	4.03E+01	1.04E+02	2.17E+01	3.87E-01		
34.0	3.82E+01	1.07E+02	3.82E+01	1.57E+00	3.25E-07	
36.0	3.63E+01	1.06E+02	5.52E+01	4.69E+00	8.16E-04	
38.0	3.47E+01	1.04E+02	7.17E+01	1.02E+01	3.02E-02	
40.0	3.33E+01	1.01E+02	8.56E+01	1.79E+01	3.06E-01	
42.0	3.20E+01	9.89E+01	9.62E+01	2.74E+01	1.03E+00	2.01E-05
44.0	3.05E+01	9.61E+01	1.04E+02	3.76E+01	2.79E+00	1.89E-03
46.0	2.90E+01	9.41E+01	1.07E+02	4.64E+01	7.27E+00	4.83E-02
48.0	2.77E+01	9.09E+01	1.08E+02	5.77E+01	1.38E+01	2.52E-01
50.0	2.64E+01	8.87E+01	1.07E+02	6.83E+01	2.10E+01	1.01E+00

Таблица 18

Расчетные функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, 2\text{pxn})\text{Sr}$

En	^{95}Sr	^{94}Sr	^{93}Sr	^{92}Sr	^{91}Sr	^{90}Sr
8.0			1.29E-03			
10.0			1.66E-02			
12.0			6.70E-02			
14.0			1.84E-01	2.56E-03		
16.0			2.72E-01	8.35E-02		
18.0			1.86E-01	5.29E-01		
20.0			8.00E-02	1.26E+00	1.04E-03	
22.0	5.58E-01		2.58E-02	1.81E+00	5.65E-02	
24.0	1.21E+00		9.19E-03	2.13E+00	5.57E-01	
26.0	2.02E+00	2.66E-12	3.03E-03	1.68E+00	1.66E+00	
28.0	2.90E+00	5.08E-09	1.01E-03	1.02E+00	3.07E+00	1.40E-03
30.0	3.90E+00	6.34E-07	3.33E-04	6.99E-01	4.18E+00	3.91E-02
32.0	4.91E+00	2.40E-05	1.05E-04	4.52E-01	4.87E+00	3.50E-01
34.0	5.86E+00	1.88E-04	3.62E-05	2.63E-01	4.59E+00	1.49E+00
36.0	6.90E+00	7.86E-04	1.91E-05	1.65E-01	3.71E+00	3.53E+00
38.0	7.94E+00	2.73E-03	9.11E-05	1.06E-01	2.64E+00	5.79E+00
40.0	8.64E+00	2.38E-02	5.93E-04	8.27E-02	1.88E+00	7.89E+00
42.0	8.94E+00	2.68E-01	2.62E-03	7.53E-02	1.49E+00	9.09E+00
44.0	8.99E+00	7.46E-01	7.78E-03	6.59E-02	1.13E+00	9.50E+00
46.0	8.93E+00	1.67E+00	1.59E-02	5.31E-02	8.56E-01	8.77E+00
48.0	8.84E+00	2.78E+00	3.22E-02	5.15E-02	7.14E-01	7.77E+00
50.0	8.76E+00	3.99E+00	4.81E-02	5.48E-02	7.03E-01	6.68E+00

Таблица 19

Расчетные функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, 3\text{pxn})\text{Rb}$

En	^{94}Rb	^{93}Rb	^{92}Rb	^{91}Rb	^{90}Rb	^{89}Rb
22.0			1.33E-10			
24.0			3.50E-08			
26.0			1.65E-06	2.30E-10		
28.0			2.59E-05	9.27E-08		
30.0			1.74E-04	6.08E-06		
32.0			6.73E-04	7.13E-05	2.42E-11	
34.0			1.43E-03	5.91E-04	3.47E-08	
36.0			2.56E-03	2.83E-03	2.25E-06	
38.0			3.36E-03	8.25E-03	3.94E-05	7.52E-12
40.0	1.01E-14		3.83E-03	1.74E-02	3.45E-04	2.09E-08
42.0	3.27E-12	1.66E-15	4.05E-03	2.99E-02	1.94E-03	1.50E-06
44.0	1.43E-10	5.64E-13	3.61E-03	4.09E-02	7.51E-03	3.08E-05
46.0	2.18E-09	4.07E-11	3.81E-03	5.52E-02	2.19E-02	3.66E-04
48.0	2.62E-08	2.20E-09	3.70E-03	6.24E-02	5.64E-02	2.75E-03
50.0	9.66E-08	2.75E-08	3.57E-03	6.50E-02	8.90E-02	1.07E-02

Таблица 20

Расчетные функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, xn)\text{Tc}$

En	^{99}Tc	^{98}Tc	^{97}Tc	^{96}Tc	^{95}Tc
2.0	2.30E+03				
4.0	2.08E+03				
6.0	2.11E+03				
8.0	1.95E+03				
10.0	1.28E+03	5.29E+02			
12.0	5.57E+02	1.23E+03			
14.0	3.15E+02	1.42E+03			
16.0	2.22E+02	1.43E+03			
18.0	1.88E+02	1.26E+03	1.35E+02		
20.0	1.78E+02	8.81E+02	4.92E+02		
22.0	1.65E+02	5.83E+02	7.60E+02		
24.0	1.51E+02	3.98E+02	8.95E+02		
26.0	1.53E+02	3.17E+02	9.13E+02		
28.0	1.46E+02	2.59E+02	8.88E+02	9.48E+00	
30.0	1.39E+02	2.26E+02	7.68E+02	7.78E+01	
32.0	1.31E+02	2.04E+02	6.16E+02	1.95E+02	
34.0	1.22E+02	1.86E+02	4.84E+02	3.10E+02	
36.0	1.15E+02	1.73E+02	3.86E+02	3.92E+02	5.94E-01
38.0	1.10E+02	1.67E+02	3.29E+02	4.18E+02	5.48E+00
40.0	1.05E+02	1.57E+02	2.81E+02	4.30E+02	2.73E+01
42.0	9.98E+01	1.48E+02	2.47E+02	4.08E+02	6.72E+01
44.0	9.47E+01	1.40E+02	2.22E+02	3.67E+02	1.16E+02
46.0	9.00E+01	1.32E+02	2.02E+02	3.20E+02	1.60E+02
48.0	8.59E+01	1.25E+02	1.90E+02	2.81E+02	1.79E+02
50.0	8.24E+01	1.19E+02	1.77E+02	2.46E+02	1.98E+02

Таблица 21

Расчетные функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, pxn)\text{Mo}$

En	^{99}Mo	^{98}Mo	^{97}Mo	^{96}Mo	^{95}Mo	^{94}Mo
4.0	9.83E-02					
6.0	1.58E+00					
8.0	5.59E+00					
10.0	1.39E+01	1.14E-03				
12.0	2.53E+01	5.14E+00				
14.0	3.46E+01	1.28E+01				
16.0	3.77E+01	2.56E+01				
18.0	4.36E+01	4.01E+01	1.57E-02			
20.0	4.58E+01	6.41E+01	4.30E-01			
22.0	4.46E+01	8.73E+01	3.68E+00			
24.0	4.21E+01	1.04E+02	1.35E+01			
26.0	4.05E+01	1.20E+02	2.35E+01	1.59E-03		
28.0	3.92E+01	1.30E+02	4.09E+01	1.17E-01		
30.0	3.75E+01	1.37E+02	6.06E+01	9.35E-01		
32.0	3.55E+01	1.37E+02	7.90E+01	3.99E+00		
34.0	3.33E+01	1.32E+02	9.36E+01	1.17E+01	4.02E-05	
36.0	3.17E+01	1.27E+02	1.05E+02	2.95E+01	2.36E-02	
38.0	3.03E+01	1.23E+02	1.14E+02	4.48E+01	2.76E-01	
40.0	2.89E+01	1.20E+02	1.21E+02	6.22E+01	1.37E+00	
42.0	2.74E+01	1.17E+02	1.24E+02	7.90E+01	4.92E+00	8.11E-07
44.0	2.60E+01	1.12E+02	1.25E+02	8.89E+01	1.19E+01	8.93E-04
46.0	2.46E+01	1.09E+02	1.23E+02	9.76E+01	2.30E+01	8.70E-02
48.0	2.34E+01	1.07E+02	1.19E+02	1.05E+02	3.53E+01	6.57E-01
50.0	2.24E+01	1.06E+02	1.08E+02	1.14E+02	5.17E+01	3.32E+00

Таблица 22

Расчетные функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, 2\text{pxn})\text{Nb}$

En	^{98}Nb	^{97}Nb	^{96}Nb	^{95}Nb	^{94}Nb	^{93}Nb
4.0			2.69E-02			
6.0			5.00E-01			
8.0			1.56E+00			
10.0			2.82E+00			
12.0			4.39E+00	2.01E-01		
14.0			5.88E+00	2.35E+00		
16.0	4.98E-01		4.38E+00	8.64E+00		
18.0	1.02E+00		2.76E+00	1.35E+01		
20.0	1.94E+00		1.02E+00	1.80E+01	1.33E-02	
22.0	2.76E+00	2.83E-07	3.11E-01	1.96E+01	4.19E-01	
24.0	3.63E+00	2.00E-05	1.02E-01	1.98E+01	3.30E+00	
26.0	4.68E+00	4.18E-04	3.48E-02	1.64E+01	9.93E+00	
28.0	5.81E+00	4.14E-03	1.13E-02	1.05E+01	1.87E+01	3.48E-03
30.0	7.06E+00	1.96E-02	3.76E-03	7.34E+00	2.24E+01	4.49E-02
32.0	8.22E+00	5.65E-02	1.19E-03	3.93E+00	2.77E+01	5.85E-01
34.0	9.23E+00	1.87E-01	1.30E-03	2.24E+00	2.96E+01	3.16E+00
36.0	9.98E+00	7.44E-01	6.76E-03	1.41E+00	2.80E+01	9.19E+00
38.0	1.03E+01	1.80E+00	2.89E-02	9.93E-01	2.33E+01	1.66E+01
40.0	1.04E+01	3.11E+00	8.93E-02	7.56E-01	1.77E+01	2.47E+01
42.0	1.03E+01	4.51E+00	2.47E-01	6.40E-01	1.29E+01	3.09E+01
44.0	1.02E+01	5.92E+00	4.18E-01	5.82E-01	9.08E+00	3.44E+01
46.0	9.99E+00	6.65E+00	5.94E-01	5.71E-01	7.13E+00	3.56E+01
48.0	9.84E+00	8.00E+00	8.26E-01	6.24E-01	6.00E+00	3.40E+01
50.0	9.72E+00	9.37E+00	1.07E+00	8.04E-01	5.09E+00	3.06E+01

Таблица 23

Расчетные функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, 3\text{pxn})\text{Zr}$

En	^{97}Zr	^{96}Zr	^{95}Zr	^{94}Zr	^{93}Zr	^{92}Zr
14.0			1.77E-07			
16.0			3.45E-05			
18.0			3.36E-04			
20.0			2.92E-03	1.15E-08		
22.0			1.04E-02	2.34E-06		
24.0			2.56E-02	1.11E-04		
26.0			4.35E-02	2.02E-03		
28.0			6.45E-02	1.68E-02	1.28E-07	
30.0	3.12E-10		7.98E-02	7.27E-02	1.54E-05	
32.0	1.80E-08		8.00E-02	1.84E-01	3.80E-04	
34.0	2.57E-07	3.76E-11	8.09E-02	3.22E-01	3.92E-03	
36.0	1.69E-06	1.33E-09	6.69E-02	4.86E-01	2.61E-02	5.87E-08
38.0	6.52E-06	4.70E-08	6.19E-02	6.46E-01	1.06E-01	3.09E-06
40.0	1.85E-05	7.80E-07	5.82E-02	7.66E-01	2.99E-01	1.23E-04
42.0	4.87E-05	1.17E-05	5.44E-02	8.20E-01	6.74E-01	1.76E-03
44.0	7.44E-05	4.19E-05	5.57E-02	8.16E-01	1.11E+00	1.37E-02
46.0	1.13E-04	1.39E-04	5.63E-02	7.71E-01	1.44E+00	5.64E-02
48.0	1.66E-04	3.55E-04	5.31E-02	8.25E-01	1.73E+00	1.53E-01
50.0	2.53E-04	7.55E-04	5.02E-02	7.90E-01	2.01E+00	4.43E-01

Таблица 24

Расчетные функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n, Xn)\text{Pd}$

En	^{107}Pd	^{106}Pd	^{105}Pd	^{104}Pd	^{103}Pd
2.0	2.23E+03				
4.0	2.24E+03				
6.0	2.20E+03				
8.0	1.19E+03	3.69E+02			
10.0	3.79E+02	1.39E+03			
12.0	1.98E+02	1.62E+03			
14.0	1.44E+02	1.62E+03			
16.0	1.26E+02	1.57E+03			
18.0	1.22E+02	1.41E+03	1.35E+02		
20.0	1.15E+02	9.86E+02	5.28E+02		
22.0	1.04E+02	6.32E+02	8.36E+02		
24.0	9.72E+01	4.88E+02	9.30E+02		
26.0	9.29E+01	3.63E+02	1.00E+03	7.53E-01	
28.0	9.96E+01	3.12E+02	9.37E+02	2.26E+01	
30.0	9.29E+01	2.72E+02	7.73E+02	1.28E+02	
32.0	8.66E+01	2.45E+02	5.87E+02	2.84E+02	
34.0	8.18E+01	2.26E+02	4.41E+02	4.27E+02	
36.0	7.80E+01	2.12E+02	3.46E+02	5.27E+02	1.45E-01
38.0	7.40E+01	2.00E+02	2.84E+02	5.77E+02	5.76E+00
40.0	6.97E+01	1.88E+02	2.45E+02	5.79E+02	3.17E+01
42.0	6.59E+01	1.78E+02	2.18E+02	5.37E+02	8.35E+01
44.0	6.25E+01	1.68E+02	1.98E+02	4.63E+02	1.74E+02
46.0	5.95E+01	1.61E+02	1.82E+02	3.93E+02	2.38E+02
48.0	5.67E+01	1.53E+02	1.70E+02	3.34E+02	2.81E+02
50.0	5.41E+01	1.47E+02	1.50E+02	2.84E+02	3.05E+02

Таблица 25

Расчетные функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n, p, Xn)\text{Rh}$

En	^{107}Rh	^{106}Rh	^{105}Rh	^{104}Rh	^{103}Rh	^{102}Rh
6.0	6.71E-01					
8.0	3.22E+00					
10.0	1.16E+01					
12.0	2.13E+01	8.18E-04				
14.0	3.69E+01	6.44E+00				
16.0	5.14E+01	1.30E+01				
18.0	6.38E+01	2.52E+01	9.21E-04			
20.0	6.92E+01	3.67E+01	3.24E-02			
22.0	6.89E+01	5.08E+01	5.25E-01			
24.0	6.85E+01	7.07E+01	3.29E+00			
26.0	6.88E+01	8.89E+01	1.06E+01			
28.0	6.83E+01	1.04E+02	2.16E+01	5.52E-03		
30.0	6.56E+01	1.12E+02	3.90E+01	1.52E-01		
32.0	6.21E+01	1.14E+02	5.93E+01	1.12E+00		
34.0	5.97E+01	1.13E+02	8.02E+01	4.73E+00	4.39E-05	
36.0	5.80E+01	1.11E+02	9.77E+01	1.21E+01	8.87E-03	
38.0	5.59E+01	1.08E+02	1.13E+02	2.35E+01	1.43E-01	
40.0	5.33E+01	1.05E+02	1.27E+02	3.19E+01	6.23E-01	
42.0	5.06E+01	1.01E+02	1.36E+02	4.00E+01	1.14E+00	
44.0	4.83E+01	9.86E+01	1.43E+02	5.01E+01	3.88E+00	1.16E-08
46.0	4.64E+01	9.59E+01	1.49E+02	5.67E+01	9.22E+00	1.00E-04
48.0	4.46E+01	9.46E+01	1.51E+02	6.25E+01	1.76E+01	6.18E-03
50.0	4.27E+01	9.61E+01	1.50E+02	6.80E+01	2.70E+01	8.61E-02

Таблица 26

Расчетные функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n, 2p\alpha n)\text{Ru}$

En	^{106}Ru	^{105}Ru	^{104}Ru	^{103}Ru	^{102}Ru	^{101}Ru
4.0			6.88E-03			
6.0			5.57E-02			
8.0			2.16E-01			
10.0			4.38E-01			
12.0			8.16E-01	9.75E-03		
14.0	1.94E-01		1.45E+00	1.34E-01		
16.0	5.12E-01		1.61E+00	1.00E+00		
18.0	1.15E+00		1.13E+00	3.20E+00		
20.0	1.88E+00		4.71E-01	5.20E+00	4.69E-03	
22.0	2.47E+00	6.15E-09	1.63E-01	6.32E+00	1.48E-01	
24.0	3.35E+00	1.24E-06	5.31E-02	6.28E+00	7.70E-01	
26.0	4.34E+00	1.66E-05	1.53E-02	4.30E+00	3.13E+00	
28.0	5.46E+00	3.47E-04	5.24E-03	2.61E+00	6.59E+00	
30.0	6.48E+00	5.24E-03	1.69E-03	1.30E+00	9.81E+00	3.41E-03
32.0	7.49E+00	2.04E-02	5.70E-04	6.25E-01	1.21E+01	9.14E-02
34.0	8.68E+00	4.99E-02	5.38E-04	2.96E-01	1.30E+01	7.60E-01
36.0	9.98E+00	8.78E-02	2.94E-03	1.65E-01	1.25E+01	2.90E+00

Таблица 27

Расчетные функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n, 3p\alpha n)\text{Tc}$

En	^{105}Tc	^{104}Tc	^{103}Tc	^{102}Tc	^{101}Tc	^{100}Tc
18.0			1.91E-07			
20.0			8.12E-06			
22.0			8.99E-05			
24.0			5.09E-04	1.50E-08		
26.0			1.40E-03	9.00E-07		
28.0			3.72E-03	2.59E-05		
30.0	6.02E-14		9.48E-03	3.64E-04	4.16E-09	
32.0	6.56E-11		1.73E-02	3.09E-03	9.01E-07	
34.0	3.02E-09		2.50E-02	1.40E-02	2.82E-05	
36.0	4.85E-08	2.19E-14	3.00E-02	3.93E-02	3.64E-04	
38.0	3.46E-07	1.99E-11	2.75E-02	7.37E-02	2.75E-03	5.60E-11
40.0	1.48E-06	1.66E-09	2.66E-02	1.16E-01	1.35E-02	3.37E-08
42.0	4.73E-06	4.96E-08	2.51E-02	1.54E-01	5.49E-02	4.39E-06
44.0	1.25E-05	7.30E-07	2.39E-02	1.73E-01	1.23E-01	9.83E-05
46.0	2.39E-05	5.14E-06	2.45E-02	1.87E-01	2.01E-01	6.03E-04
48.0	5.29E-05	3.41E-05	2.07E-02	1.74E-01	3.10E-01	3.83E-03
50.0	7.86E-05	9.97E-05	1.97E-02	1.66E-01	4.30E-01	1.70E-02

Таблица 28

Расчетные функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n, xn)\text{Ag}$

En	^{108}Ag	^{107}Ag	^{106}Ag	^{105}Ag	^{104}Ag
2.0	2.23E+03				
4.0	2.26E+03				
6.0	2.20E+03				
8.0	1.69E+03	2.96E+02			
10.0	6.52E+02	1.25E+03			
12.0	3.11E+02	1.54E+03			
14.0	2.04E+02	1.55E+03			
16.0	1.72E+02	1.51E+03			
18.0	1.65E+02	1.36E+03	1.21E+01		
20.0	1.56E+02	9.70E+02	2.50E+02		
22.0	1.43E+02	6.32E+02	5.73E+02		
24.0	1.34E+02	4.30E+02	7.84E+02		
26.0	1.29E+02	3.33E+02	9.21E+02	3.20E+00	
28.0	1.33E+02	2.93E+02	8.93E+02	3.50E+01	
30.0	1.24E+02	2.57E+02	7.81E+02	1.45E+02	
32.0	1.16E+02	2.33E+02	6.19E+02	2.87E+02	
34.0	1.11E+02	2.16E+02	4.73E+02	4.06E+02	
36.0	1.06E+02	2.03E+02	3.71E+02	4.80E+02	1.32E-02
38.0	1.01E+02	1.91E+02	3.07E+02	5.00E+02	1.96E+00
40.0	9.60E+01	1.80E+02	2.64E+02	4.71E+02	1.54E+01
42.0	9.11E+01	1.70E+02	2.34E+02	4.12E+02	4.80E+01
44.0	8.68E+01	1.62E+02	2.12E+02	3.48E+02	9.54E+01
46.0	8.33E+01	1.54E+02	1.95E+02	2.94E+02	1.46E+02
48.0	7.98E+01	1.47E+02	1.85E+02	2.57E+02	1.73E+02
50.0	7.64E+01	1.40E+02	1.73E+02	2.26E+02	2.03E+02

Таблица 29

Расчетные функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n, pxn)\text{Pd}$

En	^{105}Pd	^{107}Pd	^{106}Pd	^{105}Pd	^{104}Pd	^{103}Pd
2.0	1.44E-01					
4.0	2.35E+00					
6.0	7.70E+00					
8.0	1.49E+01	1.51E-05				
10.0	3.25E+01	8.12E-03				
12.0	4.83E+01	8.43E+00				
14.0	5.97E+01	2.15E+01				
16.0	6.32E+01	3.49E+01	1.73E-04			
18.0	6.91E+01	5.59E+01	3.70E-02			
20.0	7.06E+01	8.10E+01	9.70E-01			
22.0	6.75E+01	9.73E+01	7.33E+00			
24.0	6.54E+01	1.07E+02	2.58E+01			
26.0	6.44E+01	1.21E+02	4.03E+01	3.59E-03		
28.0	6.27E+01	1.26E+02	6.04E+01	1.03E-01		
30.0	5.94E+01	1.24E+02	8.52E+01	9.54E-01		
32.0	5.62E+01	1.20E+02	1.11E+02	5.01E+00		
34.0	5.39E+01	1.16E+02	1.32E+02	1.60E+01	7.77E-05	
36.0	5.21E+01	1.13E+02	1.43E+02	3.22E+01	4.31E-01	
38.0	4.97E+01	1.11E+02	1.51E+02	5.12E+01	6.41E+00	
40.0	4.70E+01	1.07E+02	1.57E+02	6.87E+01	2.14E+01	
42.0	4.47E+01	1.04E+02	1.61E+02	9.25E+01	4.15E+01	1.66E-10
44.0	4.28E+01	1.01E+02	1.65E+02	9.05E+01	5.92E+01	1.12E-04
46.0	4.11E+01	9.78E+01	1.64E+02	9.51E+01	7.38E+01	8.39E-02
48.0	3.93E+01	9.64E+01	1.63E+02	9.26E+01	8.91E+01	5.71E-01
50.0	4.16E+01	9.38E+01	1.58E+02	9.72E+01	9.76E+01	2.43E+00

Таблица 30

Расчетные функции возбуждения реакции $^{106}\text{Ag}(n, 2p\alpha n)\text{Rh}$

En	^{107}Rh	^{106}Rh	^{105}Rh	^{104}Rh	^{103}Rh	^{102}Rh
4.0			8.00E-02			
6.0			3.34E-01			
8.0			5.73E-01			
10.0			9.06E-01			
12.0	1.75E-01		1.72E+00	2.57E-02		
14.0	6.23E-01		2.64E+00	4.94E-01		
16.0	1.19E+00		2.77E+00	1.77E+00		
18.0	2.13E+00		1.64E+00	4.56E+00		
20.0	3.05E+00		6.59E-01	6.91E+00	3.51E-03	
22.0	3.79E+00	2.08E-07	2.27E-01	8.91E+00	1.51E-01	
24.0	4.89E+00	2.63E-05	7.86E-02	9.78E+00	1.36E+00	
26.0	6.10E+00	7.92E-04	2.53E-02	7.80E+00	5.02E+00	
28.0	7.40E+00	8.32E-03	7.43E-03	4.61E+00	8.80E+00	
30.0	8.58E+00	3.82E-02	2.42E-03	2.57E+00	1.28E+01	1.38E-03
32.0	9.73E+00	1.02E-01	1.27E-03	1.43E+00	1.62E+01	4.97E-02
34.0	1.11E+01	1.81E-01	5.29E-03	8.36E-01	1.85E+01	5.25E-01
36.0	1.25E+01	3.08E-01	3.00E-02	5.38E-01	1.81E+01	2.41E+00
38.0	1.36E+01	5.81E-01	1.02E-01	3.53E-01	1.48E+01	5.99E+00
40.0	1.42E+01	1.34E+00	2.47E-01	2.88E-01	1.14E+01	9.14E+00
42.0	1.43E+01	2.50E+00	4.68E-01	2.71E-01	8.57E+00	1.41E+01
44.0	1.42E+01	3.81E+00	6.97E-01	2.53E-01	6.13E+00	1.82E+01
46.0	1.41E+01	5.28E+00	1.01E+00	2.65E-01	4.33E+00	2.03E+01
48.0	1.39E+01	6.84E+00	1.33E+00	3.35E-01	3.49E+00	1.87E+01
50.0	1.37E+01	8.25E+00	1.53E+00	4.25E-01	2.83E+00	1.58E+01

Таблица 31

Расчетные функции возбуждения реакции $^{106}\text{Ag}(n, 3p\alpha n)\text{Ru}$

En	^{106}Ru	^{105}Ru	^{104}Ru	^{103}Ru	^{102}Ru	^{101}Ru
14.0			4.17E-08			
16.0			6.63E-06			
18.0			1.55E-04			
20.0			1.16E-03	1.94E-09		
22.0			4.10E-03	1.34E-07		
24.0			1.07E-02	1.52E-05		
26.0			2.16E-02	4.27E-04		
28.0	4.88E-10		3.83E-02	4.57E-03	8.77E-09	
30.0	2.58E-08		5.43E-02	2.42E-02	2.19E-06	
32.0	3.76E-07	2.23E-13	6.19E-02	7.30E-02	6.36E-05	
34.0	2.28E-06	1.23E-10	6.13E-02	1.54E-01	8.94E-04	
36.0	9.45E-06	8.66E-09	5.40E-02	2.44E-01	7.48E-03	3.39E-10
38.0	2.65E-05	2.39E-07	4.96E-02	3.27E-01	3.77E-02	4.55E-07
40.0	6.10E-05	3.10E-06	4.58E-02	3.65E-01	1.41E-01	2.49E-05
42.0	1.18E-04	2.26E-05	4.26E-02	3.67E-01	2.58E-01	4.21E-04
44.0	1.74E-04	9.23E-05	3.97E-02	3.43E-01	4.82E-01	4.06E-03
46.0	2.54E-04	2.81E-04	3.31E-02	3.03E-01	7.47E-01	2.40E-02
48.0	3.64E-04	7.17E-04	3.38E-02	2.97E-01	1.06E+00	1.14E-01
50.0	4.82E-04	1.11E-03	3.18E-02	2.79E-01	1.20E+00	2.63E-01

Таблица 32

Расчетные функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n, xn)\text{Sn}$

E_n	^{121}Sn	^{120}Sn	^{119}Sn	^{118}Sn	^{117}Sn
2.0	2.48E+03				
4.0	2.50E+03				
6.0	2.24E+03				
8.0	9.12E+02	8.00E+02			
10.0	2.79E+02	1.50E+03			
12.0	1.52E+02	1.73E+03			
14.0	1.30E+02	1.73E+03			
16.0	1.22E+02	1.73E+03			
18.0	1.13E+02	1.47E+03	2.30E+02		
20.0	1.01E+02	9.49E+02	7.05E+02		
22.0	9.68E+01	5.82E+02	1.03E+03		
24.0	9.38E+01	4.07E+02	1.16E+03		
26.0	8.73E+01	3.23E+02	1.06E+03	2.62E+01	
28.0	8.09E+01	2.77E+02	8.05E+02	2.50E+02	
30.0	7.60E+01	2.50E+02	5.64E+02	4.67E+02	
32.0	8.26E+01	2.38E+02	4.36E+02	6.16E+02	
34.0	7.85E+01	2.22E+02	3.32E+02	7.40E+02	5.47E-01
36.0	7.37E+01	2.08E+02	2.70E+02	7.88E+02	1.36E+01
38.0	6.93E+01	1.96E+02	2.32E+02	7.62E+02	6.68E+01
40.0	6.57E+01	1.86E+02	1.92E+02	6.55E+02	1.97E+02
42.0	6.27E+01	1.76E+02	1.76E+02	5.41E+02	3.07E+02
44.0	5.95E+01	1.68E+02	1.64E+02	4.43E+02	3.91E+02
46.0	5.65E+01	1.60E+02	1.53E+02	3.69E+02	4.30E+02
48.0	5.37E+01	1.53E+02	1.43E+02	3.18E+02	4.21E+02
50.0	5.11E+01	1.46E+02	1.34E+02	2.82E+02	3.82E+02

Таблица 33

Расчетные функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n, pxn)\text{In}$

E_n	^{121}In	^{120}In	^{119}In	^{118}In	^{117}In	^{116}In
6.0	9.10E-03					
8.0	3.82E-01					
10.0	2.48E+00					
12.0	6.70E+00					
14.0	1.72E+01	3.00E-05				
16.0	2.95E+01	5.98E+00				
18.0	4.24E+01	1.24E+01				
20.0	5.14E+01	1.86E+01	6.39E-04			
22.0	5.78E+01	2.79E+01	1.83E-02			
24.0	6.24E+01	3.88E+01	2.15E-01			
26.0	6.34E+01	5.70E+01	1.69E+00			
28.0	6.20E+01	7.34E+01	6.22E+00	1.11E-04		
30.0	6.04E+01	8.60E+01	1.53E+01	8.19E-03		
32.0	5.97E+01	9.41E+01	2.99E+01	8.34E-02		
34.0	5.86E+01	9.58E+01	5.05E+01	5.79E-01	2.01E-07	
36.0	5.64E+01	9.42E+01	8.30E+01	1.81E+00	9.55E-05	
38.0	5.37E+01	9.21E+01	8.18E+01	5.30E+00	5.69E-03	
40.0	5.15E+01	9.02E+01	9.81E+01	1.12E+01	6.34E-02	
42.0	4.98E+01	9.02E+01	1.12E+02	1.87E+01	3.58E-01	
44.0	4.80E+01	8.83E+01	1.23E+02	2.73E+01	1.41E+00	2.66E-07
46.0	4.61E+01	8.63E+01	1.31E+02	3.62E+01	3.98E+00	1.30E-04
48.0	4.41E+01	8.42E+01	1.39E+02	4.74E+01	9.66E+00	6.30E-03
50.0	4.22E+01	8.01E+01	1.40E+02	5.75E+01	1.76E+01	5.83E-02

Таблица 34

Расчетные функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n, 2p\alpha n)\text{Cd}$

En	^{210}Cd	^{119}Cd	^{118}Cd	^{117}Cd	^{116}Cd	^{115}Cd
8.0			3.80E-04			
10.0			2.85E-03			
12.0			9.14E-03			
14.0			2.35E-02			
16.0			5.22E-02	5.82E-03		
18.0	2.91E-01		7.81E-02	5.39E-02		
20.0	6.82E-01		6.17E-02	1.98E-01		
22.0	1.34E+00		2.64E-02	3.61E-01	4.09E-04	
24.0	2.16E+00		8.04E-03	4.41E-01	1.36E-02	
26.0	2.86E+00	3.57E-10	2.58E-03	4.22E-01	1.13E-01	
28.0	3.69E+00	3.06E-08	8.02E-04	2.82E-01	3.88E-01	
30.0	4.58E+00	1.45E-06	2.48E-04	1.46E-01	7.36E-01	4.21E-05
32.0	5.69E+00	2.94E-05	8.23E-05	7.25E-02	1.08E+00	2.62E-03
34.0	6.81E+00	2.30E-04	2.61E-05	3.39E-02	1.36E+00	3.49E-02
36.0	7.84E+00	9.47E-04	9.96E-06	1.59E-02	1.41E+00	1.92E-01
38.0	8.89E+00	2.52E-03	4.31E-05	9.06E-03	1.30E+00	5.73E-01
40.0	1.01E+01	5.17E-03	3.31E-04	6.72E-03	1.10E+00	1.08E+00
42.0	1.13E+01	5.13E-02	1.68E-03	4.50E-03	7.65E-01	1.63E+00
44.0	1.21E+01	3.58E-01	5.42E-03	3.75E-03	5.19E-01	2.05E+00
46.0	1.26E+01	1.03E+00	1.25E-02	3.66E-03	3.62E-01	2.09E+00
48.0	1.28E+01	1.99E+00	2.44E-02	4.11E-03	2.52E-01	1.82E+00
50.0	1.28E+01	3.13E+00	4.46E-02	7.50E-03	1.97E-01	1.53E+00

Таблица 35

Расчетные функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n, 3p\alpha n)\text{Ag}$

En	^{119}Ag	^{118}Ag	^{117}Ag	^{116}Ag	^{115}Ag	^{114}Ag
22.0			1.00E-09			
24.0			3.79E-08			
26.0			4.44E-07			
28.0			2.61E-06	2.58E-11		
30.0			1.15E-05	1.99E-08		
32.0			3.94E-05	9.11E-07	3.30E-15	
34.0			1.09E-04	1.30E-05	5.02E-10	
36.0	8.15E-16		2.33E-04	8.67E-05	5.47E-08	
38.0	2.44E-13		3.97E-04	3.53E-04	1.53E-06	
40.0	1.04E-11	5.50E-18	5.92E-04	8.10E-04	8.60E-06	
42.0	1.82E-10	9.18E-15	7.83E-04	1.90E-03	7.02E-05	1.97E-13
44.0	1.51E-09	1.14E-12	8.78E-04	3.39E-03	3.83E-04	8.90E-09
46.0	7.00E-09	4.77E-11	9.22E-04	5.03E-03	1.42E-03	4.21E-07
48.0	3.03E-08	1.24E-09	9.32E-04	6.53E-03	4.04E-03	8.39E-07
50.0	1.23E-07	2.48E-08	9.20E-04	7.88E-03	1.06E-02	9.15E-05

Таблица 36

Расчетные функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, xn)\text{Sn}$

En	^{126}Sn	^{125}Sn	^{124}Sn	^{123}Sn	^{122}Sn	^{121}Sn
2.0	2.66E+03					
4.0	2.52E+03					
6.0	2.25E+03					
8.0	2.17E+03					
10.0	7.88E+02	1.31E+03				
12.0	2.98E+02	1.70E+03				
14.0	2.00E+02	1.73E+03				
16.0	1.68E+02	1.21E+03	1.88E+02			
18.0	1.47E+02	6.45E+02	7.65E+02			
20.0	1.31E+02	3.76E+02	1.15E+03			
22.0	1.25E+02	2.72E+02	1.31E+03	9.45E-01		
24.0	1.18E+02	2.26E+02	1.29E+03	7.55E+01		
26.0	1.09E+02	2.17E+02	1.11E+03	2.40E+02		
28.0	1.00E+02	1.94E+02	8.26E+02	5.17E+02		
30.0	9.55E+01	1.80E+02	5.96E+02	7.29E+02	2.58E-01	
32.0	9.12E+01	1.69E+02	4.47E+02	8.15E+02	1.42E+01	
34.0	8.55E+01	1.58E+02	3.53E+02	7.61E+02	8.46E+01	
36.0	7.98E+01	1.47E+02	2.94E+02	6.32E+02	2.17E+02	
38.0	7.53E+01	1.38E+02	2.57E+02	5.01E+02	3.61E+02	7.01E-03
40.0	7.17E+01	1.31E+02	2.32E+02	4.00E+02	4.80E+02	8.73E-01
42.0	7.70E+01	1.26E+02	2.16E+02	3.41E+02	5.30E+02	5.87E+00
44.0	7.28E+01	1.19E+02	1.99E+02	2.84E+02	5.69E+02	2.95E+01
46.0	6.90E+01	1.13E+02	1.85E+02	2.44E+02	5.60E+02	7.91E+01
48.0	6.57E+01	1.07E+02	1.87E+02	2.19E+02	5.18E+02	1.25E+02
50.0	6.26E+01	1.02E+02	1.66E+02	2.02E+02	4.68E+02	1.70E+02

Таблица 37

Расчетные функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, pxn)\text{In}$

En	^{126}In	^{125}In	^{124}In	^{123}In	^{122}In	^{121}In
12.0	5.52E-02					
14.0	1.38E+00	2.23E-08				
16.0	5.97E+00	1.10E+00				
18.0	1.45E+01	4.14E+00				
20.0	2.31E+01	8.53E+00				
22.0	3.11E+01	1.58E+01	1.40E-06			
24.0	3.54E+01	2.30E+01	9.41E-04			
26.0	3.71E+01	3.89E+01	2.71E-02			
28.0	3.74E+01	5.63E+01	4.73E-01	4.33E-06		
30.0	3.77E+01	7.39E+01	2.61E+00	7.60E-04		
32.0	3.75E+01	8.97E+01	8.10E+00	1.55E-02		
34.0	3.64E+01	1.01E+02	1.72E+01	1.96E-01		
36.0	3.50E+01	1.06E+02	2.95E+01	1.18E+00	8.14E-07	
38.0	3.38E+01	1.07E+02	4.49E+01	3.85E+00	2.42E-04	
40.0	3.25E+01	1.05E+02	6.10E+01	8.74E+00	5.68E-03	
42.0	3.14E+01	1.01E+02	7.45E+01	1.79E+01	6.76E-02	5.35E-08
44.0	3.00E+01	9.93E+01	8.26E+01	2.75E+01	4.37E-01	3.31E-05
46.0	2.88E+01	9.67E+01	8.98E+01	3.75E+01	1.64E+00	1.40E-03
48.0	2.76E+01	9.44E+01	9.37E+01	4.79E+01	4.18E+00	1.77E-02
50.0	2.64E+01	9.23E+01	9.39E+01	5.96E+01	8.13E+00	1.22E-01

Таблица 38

Расчетные функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, 2p\text{xn})\text{Cd}$

En	^{125}Cd	^{124}Cd	^{123}Cd	^{122}Cd	^{121}Cd	^{120}Cd
12.0			5.56E-06			
14.0			6.46E-05			
16.0			3.25E-04			
18.0			8.15E-04	5.01E-05		
20.0			1.42E-03	9.92E-04		
22.0			1.03E-03	5.54E-03		
24.0	3.29E-01		4.34E-04	1.41E-02	1.20E-05	
26.0	8.96E-01		1.46E-04	2.42E-02	5.89E-04	
28.0	1.64E+00		4.52E-05	3.16E-02	6.20E-03	
30.0	2.45E+00	3.64E-13	1.37E-05	2.85E-02	2.52E-02	3.83E-07
32.0	3.39E+00	1.23E-10	7.56E-06	2.22E-02	5.09E-02	6.11E-05
34.0	4.31E+00	1.86E-08	2.29E-06	1.22E-02	8.04E-02	1.45E-03
36.0	5.21E+00	7.12E-07	7.05E-07	6.07E-03	9.43E-02	1.19E-02
38.0	6.25E+00	8.04E-06	2.24E-07	3.04E-03	8.47E-02	4.55E-02
40.0	7.36E+00	4.15E-05	2.63E-07	1.75E-03	6.44E-02	1.06E-01
42.0	8.46E+00	2.56E-04	5.55E-06	1.04E-03	4.19E-02	1.56E-01
44.0	9.24E+00	1.94E-02	4.34E-05	7.59E-04	3.29E-02	1.98E-01
46.0	9.71E+00	2.21E-01	1.87E-04	6.25E-04	2.26E-02	2.46E-01
48.0	9.93E+00	7.69E-01	4.80E-04	5.48E-04	1.37E-02	2.61E-01
50.0	1.00E+C1	1.16E+00	1.11E-03	5.27E-04	1.08E-02	2.48E-01

Таблица 39

Расчетные функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, 3p\text{xn})\text{Ag}$

En	^{124}Ag	^{123}Ag	^{122}Ag	^{121}Ag	^{120}Ag	^{119}Ag
28.0			9.74E-13			
30.0			1.79E-10	5.07E-16		
32.0			5.19E-09	5.12E-13		
34.0			6.65E-08	3.27E-10		
36.0			4.53E-07	2.15E-08		
38.0			1.92E-06	4.05E-07	2.10E-13	
40.0			4.68E-06	3.08E-06	9.17E-11	
42.0			1.05E-05	2.02E-05	7.07E-09	
44.0	4.48E-18		1.64E-05	6.39E-05	2.11E-07	9.05E-13
46.0	1.70E-15	2.62E-19	2.01E-05	1.47E-04	2.94E-06	2.76E-10
48.0	1.00E-13	1.67E-16	2.23E-05	2.74E-04	2.18E-05	1.50E-08
50.0	2.21E-12	2.57E-14	2.33E-05	4.29E-04	9.64E-05	3.26E-07

Расчетные функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, xn)\text{I}$

Таблица 40

En	^{129}I	^{128}I	^{127}I	^{126}I	^{125}I
2.0	2.76E+03				
4.0	2.52E+03				
6.0	2.26E+03				
8.0	2.22E+03				
10.0	1.55E+03	5.61E+02			
12.0	5.43E+02	1.45E+03			
14.0	3.01E+02	1.65E+03			
16.0	2.33E+02	1.69E+03			
18.0	2.01E+02	1.38E+03	1.38E+02		
20.0	1.82E+02	8.29E+02	6.29E+02		
22.0	1.75E+02	5.00E+02	1.08E+03		
24.0	1.66E+02	3.46E+02	1.20E+03		
26.0	1.54E+02	2.74E+02	1.23E+03	4.20E-01	
28.0	1.44E+02	2.36E+02	1.18E+03	4.23E+01	
30.0	1.38E+02	2.14E+02	1.00E+03	2.07E+02	
32.0	1.33E+02	1.99E+02	7.70E+02	4.18E+02	
34.0	1.36E+02	1.87E+02	6.17E+02	5.31E+02	1.56E-02
36.0	1.28E+02	1.74E+02	4.81E+02	6.35E+02	3.90E+00
38.0	1.22E+02	1.63E+02	3.93E+02	6.62E+02	3.67E+01
40.0	1.18E+02	1.55E+02	3.37E+02	6.12E+02	1.16E+02
42.0	1.12E+02	1.48E+02	2.98E+02	5.22E+02	2.19E+02
44.0	1.07E+02	1.40E+02	2.69E+02	3.99E+02	3.44E+02
46.0	1.02E+02	1.33E+02	2.47E+02	3.31E+02	4.04E+02
48.0	9.74E+01	1.26E+02	2.29E+02	2.83E+02	4.33E+02
50.0	9.36E+01	1.20E+02	2.15E+02	2.49E+02	4.31E+02

Расчетные функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, pxn)\text{Te}$

Таблица 41

En	^{129}Te	^{128}Te	^{127}Te	^{126}Te	^{125}Te	^{124}Te
6.0	2.88E-01					
8.0	2.19E+00					
10.0	7.47E+00	1.68E-05				
12.0	1.64E+01	3.62E+00				
14.0	3.06E+01	9.25E+00				
16.0	3.83E+01	1.48E+01				
18.0	4.24E+01	2.34E+01	3.17E-04			
20.0	4.50E+01	3.99E+01	1.78E-02			
22.0	4.80E+01	6.24E+01	2.81E-01			
24.0	4.77E+01	8.47E+01	1.42E+00			
26.0	4.55E+01	1.04E+02	7.81E+00	2.20E-04		
28.0	4.40E+01	1.19E+02	1.74E+01	1.75E-02		
30.0	4.31E+01	1.32E+02	3.08E+01	2.44E-01		
32.0	4.18E+01	1.40E+02	4.56E+01	1.60E+00		
34.0	3.96E+01	1.40E+02	6.39E+01	5.38E+00	2.27E-06	
36.0	3.74E+01	1.35E+02	8.11E+01	1.29E+01	1.42E-03	
38.0	3.58E+01	1.31E+02	9.58E+01	2.64E+01	3.95E-02	
40.0	3.45E+01	1.28E+02	1.07E+02	3.92E+01	3.27E-01	
42.0	3.30E+01	1.24E+02	1.15E+02	5.27E+01	1.62E+00	1.54E-07
44.0	3.14E+01	1.23E+02	1.18E+02	6.51E+01	5.26E+00	1.86E-04
46.0	2.98E+01	1.19E+02	1.20E+02	7.55E+01	1.19E+01	7.98E-03
48.0	2.85E+01	1.16E+02	1.18E+02	8.52E+01	2.08E+01	8.82E-02
50.0	2.73E+01	1.13E+02	1.14E+02	9.95E+01	2.74E+01	3.56E-01

Таблица 42

Расчетные функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, 2pxn)\text{Sb}$

En	^{128}Sb	^{127}Sb	^{126}Sb	^{125}Sb	^{124}Sb	^{123}Sb
6.0			5.20E-04			
8.0			8.42E-03			
10.0			3.14E-02			
12.0			8.06E-02			
14.0			1.61E-01	2.36E-02		
16.0	2.88E-01		1.92E-01	1.64E-01		
18.0	7.92E-01		1.31E-01	5.03E-01		
20.0	1.39E+00		5.56E-02	9.51E-01		
22.0	2.30E+00	1.69E-10	1.75E-02	1.35E+00	1.64E-03	
24.0	3.11E+00	2.77E-08	5.09E-03	1.75E+00	5.13E-02	
26.0	3.99E+00	3.24E-06	1.44E-03	1.95E+00	3.83E-01	
28.0	5.08E+00	7.33E-05	3.54E-04	1.55E+00	1.22E+00	7.30E-05
30.0	6.25E+00	6.74E-04	1.01E-04	1.00E+00	2.37E+00	8.21E-03
32.0	7.52E+00	2.97E-03	5.62E-05	6.40E-01	3.26E+00	9.24E-02
34.0	8.69E+00	8.58E-03	2.76E-05	3.73E-01	3.76E+00	4.16E-01
36.0	9.82E+00	2.62E-02	1.64E-04	2.16E-01	3.57E+00	1.39E+00
38.0	1.10E+01	1.88E-01	1.91E-03	1.38E-01	2.82E+00	2.88E+00
40.0	1.19E+01	7.55E-01	8.68E-03	1.04E-01	1.98E+00	4.39E+00
42.0	1.22E+01	1.73E+00	2.52E-02	8.62E-02	1.33E+00	5.56E+00
44.0	1.23E+01	2.98E+00	5.57E-02	7.66E-02	8.11E-01	6.54E+00
46.0	1.22E+01	4.34E+00	1.00E-01	7.36E-02	6.07E-01	6.69E+00
48.0	1.21E+01	5.77E+00	1.52E-01	8.21E-02	5.81E-01	6.43E+00
50.0	1.20E+01	7.24E+00	2.03E-01	1.02E-01	4.85E-01	5.59E+00

Таблица 43

Расчетные функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, 3pxn)\text{Sn}$

En	^{127}Sn	^{126}Sn	^{125}Sn	^{124}Sn	^{123}Sn	^{122}Sn
18.0			4.90E-09			
20.0			3.51E-07			
22.0			4.36E-06	3.60E-11		
24.0			2.73E-05	5.20E-09		
26.0			9.18E-05	7.50E-07		
28.0			2.45E-04	1.65E-05		
30.0			5.16E-04	1.58E-04	5.51E-09	
32.0	1.73E-12		8.38E-04	7.40E-04	4.42E-07	
34.0	1.03E-10		1.13E-03	2.58E-03	9.39E-06	
36.0	2.12E-09	2.71E-13	1.41E-03	6.57E-03	8.23E-05	
38.0	2.50E-08	5.54E-11	1.51E-03	1.46E-02	8.68E-04	1.21E-08
40.0	1.06E-07	2.13E-09	1.31E-03	2.12E-02	3.93E-03	8.94E-07
42.0	2.99E-07	3.42E-08	1.23E-03	2.99E-02	8.66E-03	1.02E-05
44.0	6.88E-07	2.87E-07	1.24E-03	3.54E-02	2.29E-02	1.27E-04
46.0	1.27E-06	1.49E-06	1.19E-03	3.92E-02	4.57E-02	9.59E-04
48.0	1.69E-06	4.81E-06	1.14E-03	4.07E-02	7.42E-02	4.62E-03
50.0	2.90E-06	1.40E-05	1.19E-03	4.28E-02	1.04E-01	1.18E-02

Таблица 44

Расчетные функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, xn)\text{Cs}$

En	^{135}Cs	^{134}Cs	^{133}Cs	^{132}Cs	^{131}Cs	^{130}Cs
2.0	2.89E+00					
4.0	2.51E+00					
6.0	2.31E+00					
8.0	2.28E+00					
10.0	1.48E+00	6.56E-01				
12.0	4.13E-01	1.62E+00				
14.0	1.74E-01	1.82E+00				
16.0	1.20E-01	1.81E+00				
18.0	1.03E-01	1.37E+00	1.84E-01			
20.0	9.62E-02	7.06E-01	8.00E-01			
22.0	9.42E-02	3.43E-01	1.19E+00			
24.0	8.81E-02	1.97E-01	1.37E+00			
26.0	8.30E-02	1.38E-01	1.35E+00	6.45E-04		
28.0	8.05E-02	1.14E-01	1.20E+00	6.75E-02		
30.0	7.84E-02	1.02E-01	8.74E-01	3.08E-01		
32.0	7.50E-02	9.43E-02	5.64E-01	5.79E-01		
34.0	7.11E-02	8.76E-02	3.59E-01	7.55E-01	2.29E-04	
36.0	7.37E-02	8.29E-02	2.64E-01	8.00E-01	7.19E-03	
38.0	7.15E-02	7.86E-02	1.92E-01	7.79E-01	6.39E-02	
40.0	6.91E-02	7.48E-02	1.54E-01	6.24E-01	2.32E-01	
42.0	6.60E-02	7.08E-02	1.31E-01	4.60E-01	3.72E-01	
44.0	6.32E-02	6.72E-02	1.17E-01	3.25E-01	4.75E-01	1.40E-04
46.0	6.08E-02	6.41E-02	1.06E-01	2.32E-01	5.26E-01	4.11E-03
48.0	5.88E-02	6.12E-02	9.89E-02	1.73E-01	5.21E-01	2.52E-02
50.0	5.67E-02	5.88E-02	9.25E-02	1.37E-01	4.88E-01	5.49E-02

Таблица 45

Расчетные функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, pxn)\text{Xe}$

En	^{135}Xe	^{134}Xe	^{133}Xe	^{132}Xe	^{131}Xe	^{130}Xe
6.0	8.59E-04					
8.0	4.85E-03					
10.0	1.47E-02	8.48E-09				
12.0	3.26E-02	5.22E-03				
14.0	5.11E-02	8.09E-03				
16.0	7.15E-02	1.60E-02				
18.0	8.47E-02	2.60E-02	1.77E-07			
20.0	9.21E-02	5.04E-02	1.30E-05			
22.0	9.93E-02	8.33E-02	3.84E-04			
24.0	9.69E-02	1.15E-01	3.36E-03			
26.0	9.49E-02	1.44E-01	1.18E-02	5.64E-07		
28.0	9.57E-02	1.69E-01	2.66E-02	3.62E-05		
30.0	9.53E-02	1.89E-01	4.65E-02	5.79E-04		
32.0	9.15E-02	2.01E-01	6.77E-02	3.65E-03		
34.0	8.74E-02	2.08E-01	8.53E-02	1.17E-02	1.04E-07	
36.0	8.44E-02	2.08E-01	1.04E-01	2.49E-02	8.58E-06	
38.0	8.28E-02	2.06E-01	1.22E-01	4.25E-02	1.46E-04	
40.0	8.04E-02	2.02E-01	1.36E-01	6.29E-02	1.07E-03	
42.0	7.68E-02	1.97E-01	1.46E-01	8.33E-02	4.39E-03	4.33E-08
44.0	7.36E-02	1.92E-01	1.54E-01	1.01E-01	1.18E-02	3.98E-06
46.0	7.11E-02	1.87E-01	1.59E-01	1.14E-01	2.37E-02	6.84E-05
48.0	6.87E-02	1.83E-01	1.62E-01	1.24E-01	3.87E-02	5.07E-04
50.0	6.63E-02	1.79E-01	1.61E-01	1.32E-01	5.40E-02	7.21E-02

Таблица 46

Расчетные функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, 2\text{p}\alpha\text{n})\text{I}$

En	^{134}I	^{133}I	^{132}I	^{131}I	^{130}I	^{129}I
6.0			2.51E-07			
8.0			4.76E-06			
10.0			2.01E-05			
12.0			5.74E-05	6.20E-08		
14.0			1.09E-04	1.35E-05		
16.0	1.24E-03		1.65E-04	7.31E-05		
18.0	3.49E-03		1.31E-04	3.06E-04		
20.0	5.86E-03		5.71E-05	6.75E-04		
22.0	9.53E-03		2.02E-05	1.13E-03	4.61E-07	
24.0	1.21E-02		5.99E-06	1.57E-03	2.41E-05	
26.0	1.62E-02	3.49E-09	1.71E-06	1.82E-03	2.86E-04	
28.0	2.12E-02	8.82E-08	4.26E-07	1.51E-03	1.02E-03	3.80E-09
30.0	2.56E-02	7.86E-07	1.22E-07	9.51E-04	2.08E-03	2.19E-06
32.0	3.02E-02	3.46E-06	3.58E-08	5.02E-04	3.06E-03	4.49E-05
34.0	3.50E-02	9.87E-06	1.73E-08	2.42E-04	3.52E-03	4.96E-04
36.0	3.99E-02	2.53E-05	1.30E-07	1.27E-04	3.34E-03	1.45E-03
38.0	4.57E-02	2.23E-04	1.14E-06	7.01E-05	2.60E-03	3.05E-03
40.0	5.03E-02	1.36E-03	6.23E-06	4.29E-05	1.65E-03	4.53E-03
42.0	5.32E-02	3.21E-03	2.28E-05	3.16E-05	9.99E-04	5.83E-03
44.0	5.51E-02	6.79E-03	5.39E-05	2.39E-05	5.66E-04	6.51E-03
46.0	5.64E-02	1.13E-02	1.01E-04	2.49E-05	3.51E-04	6.69E-03
48.0	5.72E-02	1.62E-02	1.61E-04	3.71E-05	2.33E-04	6.06E-03
50.0	5.76E-02	2.14E-02	2.22E-04	6.99E-05	1.51E-04	4.56E-03

Таблица 47

Расчетные функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, 3\text{p}\alpha\text{n})\text{Te}$

En	^{131}Te	^{130}Te	^{129}Te	^{128}Te
20.0	1.69E-10			
22.0	2.56E-09			
24.0	1.85E-08			
26.0	8.07E-08	4.01E-10		
28.0	2.31E-07	1.10E-08		
30.0	5.31E-07	1.21E-07		
32.0	9.22E-07	6.78E-07		
34.0	1.12E-06	2.16E-06	1.71E-09	
36.0	1.36E-06	5.47E-06	3.17E-08	
38.0	1.63E-06	1.17E-05	3.24E-07	
40.0	1.71E-06	2.00E-05	1.92E-06	
42.0	1.74E-06	2.92E-05	7.31E-06	7.01E-09
44.0	1.74E-06	3.75E-05	1.95E-05	8.67E-08
46.0	1.72E-06	4.33E-05	4.01E-05	6.98E-07
48.0	1.48E-06	4.36E-05	6.62E-05	3.71E-06
50.0	1.45E-06	4.42E-05	9.27E-05	1.37E-05

Таблица 48

Расчетные функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n, xn)\text{Sm}$

En	^{147}Sm	^{146}Sm	^{145}Sm	^{144}Sm	^{143}Sm
2.0	2.89E+03				
4.0	2.47E+03				
6.0	2.46E+03				
8.0	7.76E+02	4.24E+02			
10.0	2.35E+02	1.74E+03			
12.0	1.69E+02	1.92E+03			
14.0	1.41E+02	1.92E+03			
16.0	1.27E+02	1.53E+03	2.74E+01		
18.0	1.20E+02	7.98E+02	6.09E+02		
20.0	1.17E+02	4.62E+02	1.21E+03		
22.0	1.08E+02	3.26E+02	1.36E+03		
24.0	1.00E+02	2.65E+02	1.29E+03	9.85E+00	
26.0	9.69E+01	2.35E+02	9.63E+02	1.93E+02	
28.0	9.32E+01	2.16E+02	6.53E+02	5.00E+02	
30.0	8.68E+01	2.00E+02	4.61E+02	7.26E+02	
32.0	8.14E+01	1.88E+02	3.54E+02	8.92E+02	
34.0	7.77E+01	1.77E+02	2.93E+02	9.30E+02	3.43E-01
36.0	7.46E+01	1.69E+02	2.57E+02	9.09E+02	1.92E+01
38.0	8.02E+01	1.62E+02	2.35E+02	8.27E+02	7.02E+01
40.0	7.56E+01	1.53E+02	2.13E+02	6.95E+02	1.80E+02
42.0	7.19E+01	1.45E+02	1.96E+02	5.49E+02	2.95E+02
44.0	6.89E+01	1.38E+02	1.84E+02	4.50E+02	3.84E+02
46.0	6.60E+01	1.32E+02	1.73E+02	3.82E+02	4.40E+02
48.0	6.28E+01	1.27E+02	1.63E+02	3.35E+02	4.51E+02
50.0	5.99E+01	1.22E+02	1.54E+02	3.01E+02	4.23E+02

Таблица 49

Расчетные функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n, rxn)\text{Pm}$

En	^{147}Pm	^{146}Pm	^{145}Pm	^{144}Pm	^{143}Pm	^{142}Pm
4.0	4.32E-02					
6.0	7.12E-01					
8.0	3.21E+00					
10.0	8.35E+00	1.36E-05				
12.0	2.09E+01	3.61E+00				
14.0	3.22E+01	7.60E+00				
16.0	4.54E+01	1.51E+01	3.55E-05			
18.0	5.44E+01	2.25E+01	7.38E-03			
20.0	6.12E+01	3.37E+01	1.54E-01			
22.0	6.28E+01	5.38E+01	1.35E+00			
24.0	6.24E+01	7.43E+01	5.43E+00	1.82E-05		
26.0	6.29E+01	9.33E+01	1.38E+01	4.89E-03		
28.0	6.28E+01	1.07E+02	2.75E+01	1.11E-01		
30.0	6.04E+01	1.13E+02	4.78E+01	9.37E-01		
32.0	5.75E+01	1.12E+02	7.09E+01	3.98E+00	1.36E-04	
34.0	5.56E+01	1.11E+02	9.19E+01	1.04E+01	1.28E+00	
36.0	5.43E+01	1.09E+02	1.10E+02	2.01E+01	1.64E+01	
38.0	5.22E+01	1.07E+02	1.25E+02	3.16E+01	3.23E+01	
40.0	4.95E+01	1.04E+02	1.35E+02	4.43E+01	4.62E+01	
42.0	4.73E+01	1.03E+02	1.41E+02	5.56E+01	5.16E+01	3.80E-05
44.0	4.56E+01	1.01E+02	1.46E+02	6.51E+01	5.45E+01	3.13E-03
46.0	4.37E+01	3.86E+01	1.46E+02	7.43E+01	5.55E+01	5.29E-02
48.0	4.67E+01	9.63E+01	1.43E+02	8.65E+01	6.13E+01	4.03E-01
50.0	4.47E+01	9.39E+01	1.39E+02	9.76E+01	6.82E+01	1.79E+00

Таблица 50

Расчетные функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n, 2\text{pxn})\text{Nd}$

En	^{146}Nd	^{145}Nd	^{144}Nd	^{143}Nd	^{142}Nd	^{141}Nd
2.0			4.68E-02			
4.0			3.46E-01			
6.0			7.50E-01			
8.0			9.46E-01			
10.0	2.79E-02		1.28E+00	1.67E-01		
12.0	1.66E-01		1.54E+00	1.16E+00		
14.0	3.26E-01		1.18E+00	3.38E+00		
16.0	7.58E-01		4.75E-01	5.99E+00		
18.0	1.19E+00		1.34E-01	7.86E+00	2.35E-01	
20.0	1.95E+00	6.01E-09	3.34E-02	7.84E+00	1.86E+00	
22.0	2.53E+00	6.60E-07	6.96E-03	5.09E+00	5.55E+00	
24.0	3.42E+00	3.05E-05	1.80E-03	2.80E+00	1.17E+01	
26.0	4.60E+00	3.77E-04	4.37E-04	1.33E+00	1.74E+01	9.04E-03
28.0	5.69E+00	1.89E-03	1.10E-04	6.49E-01	2.14E+01	2.32E-01
30.0	6.76E+00	6.28E-03	5.02E-05	3.81E-01	2.33E+01	1.50E+00
32.0	7.90E+00	1.46E-02	3.36E-04	2.74E-01	2.25E+01	5.45E+00
34.0	9.20E+00	2.62E-02	2.33E-03	2.28E-01	1.84E+01	1.24E+01
36.0	1.06E+01	5.88E-02	9.98E-03	2.04E-01	1.33E+01	2.01E+01
38.0	1.18E+01	2.63E-01	2.99E-02	1.63E-01	9.23E+00	2.48E+01
40.0	1.24E+01	8.35E-01	6.59E-02	1.71E-01	6.73E+00	2.97E+01
42.0	1.28E+01	1.78E+00	1.15E-01	1.64E-01	5.01E+00	3.08E+01
44.0	1.31E+01	2.98E+00	1.76E-01	1.70E-01	4.02E+00	2.85E+01
46.0	1.32E+01	4.30E+00	2.17E-01	1.89E-01	3.14E+00	2.24E+01
48.0	1.31E+01	5.60E+00	2.82E-01	2.43E-01	2.96E+00	1.78E+01
50.0	1.30E+01	6.87E+00	3.48E-01	3.13E-01	3.14E+00	1.40E+01

Таблица 51

Расчетные функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n, 3\text{pxn})\text{Pr}$

En	^{145}Pr	^{144}Pr	^{143}Pr	^{142}Pr	^{141}Pr	^{140}Pr
14.0			7.86E-07			
16.0			1.14E-05			
18.0			6.60E-05	1.17E-11		
20.0			2.02E-04	7.09E-08		
22.0			1.07E-03	4.63E-06		
24.0			2.94E-03	1.69E-04	1.75E-09	
26.0	9.43E-15		6.07E-03	1.31E-03	6.70E-07	
28.0	4.95E-12		1.06E-02	5.85E-03	2.64E-05	
30.0	1.76E-10		1.34E-02	1.64E-02	1.72E-04	
32.0	1.76E-09	3.98E-14	1.65E-02	3.64E-02	1.63E-03	
34.0	1.32E-08	8.94E-12	1.85E-02	6.60E-02	8.91E-03	4.17E-10
36.0	5.79E-08	5.35E-10	1.95E-02	1.00E-01	3.17E-02	3.11E-07
38.0	2.17E-07	1.28E-08	2.19E-02	1.41E-01	8.21E-02	1.27E-05
40.0	6.02E-07	1.26E-07	2.17E-02	1.60E-01	1.68E-01	2.05E-04
42.0	1.25E-06	7.02E-07	2.12E-02	1.80E-01	3.05E-01	1.97E-03
44.0	2.32E-06	2.80E-06	2.05E-02	1.88E-01	4.95E-01	1.34E-02
46.0	3.31E-06	5.18E-06	1.68E-02	1.79E-01	6.06E-01	3.60E-02
48.0	4.97E-06	1.34E-05	1.62E-02	1.83E-01	7.78E-01	1.13E-01
50.0	7.70E-06	2.90E-05	1.56E-02	1.85E-01	9.25E-01	2.62E-01

Таблица 52

Расчетные функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, xn)\text{Sm}$

En	^{148}Sm	^{147}Sm	^{146}Sm	^{145}Sm	^{144}Sm
2.0	2.90E+03				
4.0	2.49E+03				
6.0	2.49E+03				
8.0	2.39E+03				
10.0	8.89E+02	1.34E+03			
12.0	2.73E+02	1.92E+03			
14.0	1.52E+02	1.98E+03			
16.0	1.22E+02	1.52E+03	3.61E+01		
18.0	1.11E+02	9.01E+02	5.07E+02		
20.0	1.08E+02	4.38E+02	1.17E+03		
22.0	9.92E+01	2.58E+02	1.45E+03		
24.0	9.29E+01	1.90E+02	1.52E+03	2.26E+00	
26.0	9.11E+01	1.62E+02	1.26E+03	1.67E+02	
28.0	8.80E+01	1.48E+02	8.47E+02	5.56E+02	
30.0	8.29E+01	1.37E+02	5.36E+02	8.77E+02	
32.0	7.82E+01	1.28E+02	3.55E+02	1.05E+03	1.06E-01
34.0	7.54E+01	1.21E+02	2.59E+02	1.06E+03	2.23E+01
36.0	7.31E+01	1.17E+02	2.37E+02	9.27E+02	1.00E+02
38.0	7.72E+01	1.13E+02	2.08E+02	7.64E+02	2.29E+02
40.0	7.31E+01	1.08E+02	1.83E+02	5.66E+02	4.27E+02
42.0	6.99E+01	1.03E+02	1.66E+02	4.15E+02	5.90E+02
44.0	6.75E+01	9.94E+01	1.55E+02	3.13E+02	7.00E+02
46.0	6.50E+01	9.58E+01	1.46E+02	2.48E+02	7.56E+02
48.0	6.23E+01	9.21E+01	1.38E+02	2.20E+02	7.36E+02
50.0	5.96E+01	8.91E+01	1.23E+02	1.88E+02	6.82E+02

Таблица 53

Расчетные функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, pxn)\text{Pm}$

En	^{148}Pm	^{147}Pm	^{146}Pm	^{145}Pm	^{144}Pm	^{143}Pm
6.0	1.26E-02					
8.0	3.83E-01					
10.0	2.13E+00	1.12E-06				
12.0	5.97E+00	5.09E-04				
14.0	1.19E+01	2.33E+00				
16.0	2.10E+01	5.67E+00				
18.0	2.82E+01	8.67E+00	2.90E-05			
20.0	3.46E+01	1.49E+01	4.44E-03			
22.0	3.62E+01	2.76E+01	1.66E-01			
24.0	3.71E+01	4.20E+01	1.31E+00	2.64E-06		
26.0	3.88E+01	5.56E+01	3.50E+00	1.98E-03		
28.0	3.92E+01	6.80E+01	9.39E+00	4.58E-02		
30.0	3.82E+01	7.68E+01	1.87E+01	4.03E-01		
32.0	3.70E+01	8.30E+01	2.98E+01	2.07E+00	1.10E-06	
34.0	3.63E+01	8.48E+01	4.36E+01	6.33E+00	5.47E-04	
36.0	3.59E+01	8.52E+01	5.63E+01	1.15E+01	1.10E-02	
38.0	3.49E+01	8.41E+01	6.65E+01	2.36E+01	1.75E-01	
40.0	3.34E+01	8.21E+01	7.35E+01	3.53E+01	9.34E-01	2.16E-06
42.0	3.22E+01	8.07E+01	7.86E+01	4.72E+01	2.45E+00	2.28E-04
44.0	3.13E+01	8.04E+01	8.19E+01	5.77E+01	6.69E+00	1.00E-02
46.0	3.04E+01	7.91E+01	8.35E+01	6.69E+01	1.38E+01	1.42E-01
48.0	2.93E+01	7.73E+01	8.18E+01	7.68E+01	2.55E+01	7.76E-01
50.0	2.82E+01	7.67E+01	7.39E+01	8.44E+01	3.81E+01	2.85E+00

Таблица 54

Расчетные функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, 2p\alpha n)\text{Nd}$

En	^{147}Nd	^{146}Nd	^{145}Nd	^{144}Nd	^{143}Nd	^{142}Nd
4.0			3.48E-02			
6.0			1.65E-01			
8.0			3.33E-01			
10.0			4.95E-01	5.37E-03		
12.0			6.72E-01	2.85E-01		
14.0	4.13E-02		5.15E-01	1.12E+00		
16.0	1.64E-01		2.38E-01	2.59E+00		
18.0	3.15E-01		7.12E-02	4.22E+00	4.60E-02	
20.0	6.25E-01		1.82E-02	5.55E+00	6.00E-01	
22.0	8.68E-01	7.82E-09	4.78E-03	6.17E+00	2.74E+00	
24.0	1.29E+00	5.33E-07	1.14E-03	4.55E+00	6.88E+00	2.89E-04
26.0	1.86E+00	1.42E-05	2.80E-04	2.46E+00	1.14E+01	7.26E-02
28.0	2.33E+00	1.65E-04	6.05E-05	1.07E+00	1.40E+01	7.60E-01
30.0	2.87E+00	8.92E-04	1.61E-05	4.98E-01	1.42E+01	3.44E+00
32.0	3.48E+00	3.06E-03	2.06E-05	2.55E-01	1.12E+01	9.12E+00
34.0	4.09E+00	8.00E-03	1.91E-04	2.27E-01	8.74E+00	1.54E+01
36.0	4.73E+00	3.51E-02	1.29E-03	1.68E-01	5.05E+00	2.31E+01
38.0	5.12E+00	1.76E-01	4.17E-03	1.49E-01	3.34E+00	2.80E+01
40.0	5.24E+00	5.11E-01	1.30E-02	1.34E-01	2.14E+00	3.15E+01
42.0	5.39E+00	1.04E+00	3.03E-02	1.25E-01	1.52E+00	3.22E+01
44.0	5.52E+00	1.69E+00	5.68E-02	1.21E-01	1.18E+00	3.06E+01
46.0	5.69E+00	2.60E+00	9.50E-02	1.11E-01	9.06E-01	2.44E+01
48.0	5.70E+00	3.35E+00	1.36E-01	1.45E-01	8.56E-01	1.98E+01
50.0	5.69E+00	4.11E+00	1.73E-01	1.96E-01	7.99E-01	1.52E+01

Таблица 55

Расчетные функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, 3p\alpha n)\text{Pr}$

En	^{146}Pr	^{145}Pr	^{144}Pr	^{143}Pr	^{142}Pr	^{141}Pr
16.0			2.79E-08			
18.0			2.56E-06			
20.0			2.15E-05	5.28E-09		
22.0			1.48E-04	4.99E-07		
24.0			5.48E-04	1.68E-05		
26.0			1.66E-03	1.85E-04		
28.0			3.68E-03	1.17E-03	7.25E-08	
30.0	2.32E-15		6.47E-03	4.66E-03	3.47E-06	
32.0	1.48E-12		9.29E-03	1.36E-02	6.78E-05	6.05E-14
34.0	6.00E-11	3.25E-14	9.95E-03	2.76E-02	5.74E-04	4.41E-08
36.0	8.50E-10	3.55E-12	1.11E-02	5.05E-02	3.76E-03	3.62E-06
38.0	7.47E-09	1.13E-10	1.17E-02	7.94E-02	1.48E-02	8.25E-05
40.0	3.13E-08	2.31E-09	1.33E-02	1.14E-01	3.94E-02	6.50E-04
42.0	1.08E-07	2.58E-08	1.33E-02	1.38E-01	8.73E-02	4.08E-03
44.0	2.89E-07	1.75E-07	1.32E-02	1.55E-01	1.57E-01	1.68E-02
46.0	6.71E-07	1.02E-06	1.30E-02	1.68E-01	2.46E-01	5.45E-02
48.0	1.18E-06	3.98E-06	1.27E-02	1.73E-01	3.53E-01	1.57E-01
50.0	1.60E-06	9.35E-06	1.06E-02	1.61E-01	3.95E-01	3.05E-01

Таблица 56

Расчетные функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, xn)\text{Sm}$

E_n	^{151}Sm	^{150}Sm	^{149}Sm	^{148}Sm	^{147}Sm
2.0	2.84E+03				
4.0	2.47E+03				
6.0	2.51E+03				
8.0	4.68E+02	1.62E+03			
10.0	1.80E+02	2.02E+03			
12.0	1.41E+02	2.04E+03			
14.0	1.18E+02	1.95E+03	4.53E+01		
16.0	1.08E+02	1.13E+03	7.94E+02		
18.0	1.05E+02	5.81E+02	1.30E+03		
20.0	1.01E+02	3.72E+02	1.48E+03		
22.0	9.12E+01	2.84E+02	1.30E+03	5.45E+01	
24.0	8.60E+01	2.43E+02	8.58E+02	3.91E+02	
26.0	8.37E+01	2.41E+02	6.11E+02	6.51E+02	
28.0	7.93E+01	2.24E+02	4.60E+02	8.15E+02	
30.0	7.37E+01	2.09E+02	3.36E+02	9.66E+02	9.92E-01
32.0	6.92E+01	1.95E+02	2.70E+02	9.91E+02	4.31E+01
34.0	6.62E+01	1.85E+02	2.33E+02	8.76E+02	1.84E+02
36.0	6.31E+01	1.77E+02	2.09E+02	7.00E+02	3.65E+02
38.0	5.96E+01	1.67E+02	1.91E+02	5.41E+02	5.15E+02
40.0	6.46E+01	1.53E+02	1.77E+02	4.46E+02	5.64E+02
42.0	6.15E+01	1.46E+02	1.65E+02	3.64E+02	5.70E+02
44.0	5.88E+01	1.39E+02	1.55E+02	3.11E+02	5.13E+02
46.0	5.60E+01	1.33E+02	1.47E+02	2.96E+02	4.45E+02
48.0	5.33E+01	1.28E+02	1.39E+02	2.66E+02	3.70E+02
50.0	5.07E+01	1.23E+02	1.32E+02	2.42E+02	3.09E+02

Таблица 57

Расчетные функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, pxn)\text{Pm}$

E_n	^{151}Pm	^{150}Pm	^{149}Pm	^{148}Pm	^{147}Pm	^{146}Pm
6.0	1.73E-01					
8.0	1.49E+00					
10.0	5.06E+00					
12.0	1.39E+01	2.23E-05				
14.0	2.35E+01	5.06E+00				
16.0	3.91E+01	1.14E+01	3.38E-08			
18.0	5.21E+01	1.77E+01	5.37E-04			
20.0	6.18E+01	2.71E+01	2.36E-02			
22.0	6.34E+01	3.46E+01	2.53E-01			
24.0	6.45E+01	5.51E+01	1.86E+00	7.08E-06		
26.0	6.63E+01	7.51E+01	6.98E+00	8.55E-04		
28.0	6.57E+01	8.97E+01	1.77E+01	3.21E-02		
30.0	6.33E+01	9.98E+01	3.16E+01	6.12E-01	1.53E-06	
32.0	6.08E+01	1.01E+02	5.25E+01	2.84E+00	7.91E-04	
34.0	5.93E+01	1.02E+02	7.27E+01	7.93E+00	1.13E-02	
36.0	5.79E+01	1.01E+02	9.09E+01	1.58E+01	1.45E-01	
38.0	5.56E+01	9.86E+01	1.05E+02	2.55E+01	8.79E-01	2.33E-11
40.0	5.30E+01	9.60E+01	1.16E+02	3.59E+01	3.13E+00	2.88E-05
42.0	5.08E+01	9.40E+01	1.24E+02	4.57E+01	7.94E+00	2.22E-03
44.0	4.92E+01	9.25E+01	1.29E+02	5.57E+01	1.52E+01	3.56E-02
46.0	4.74E+01	9.07E+01	1.29E+02	6.71E+01	2.42E+01	2.53E-01
48.0	4.54E+01	8.87E+01	1.26E+02	7.90E+01	3.39E+01	1.10E+00
50.0	4.35E+01	8.66E+01	1.22E+02	8.95E+01	4.32E+01	3.27E+00

Таблица 58

Расчетные функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, 2p\alpha n)\text{Nd}$

En	^{150}Nd	^{149}Nd	^{148}Nd	^{147}Nd	^{146}Nd	^{145}Nd
4.0			6.55E-03			
6.0			3.23E-02			
8.0			7.00E-02			
10.0			1.36E-01	5.48E-03		
12.0			2.21E-01	9.89E-02		
14.0	1.42E-01		2.34E-01	4.11E-01		
16.0	4.25E-01		1.29E-01	9.17E-01	1.59E-04	
18.0	7.88E-01		4.28E-02	1.37E+00	4.93E-02	
20.0	1.43E+00		9.73E-03	1.31E+00	3.53E-01	
22.0	1.95E+00	6.01E-11	2.39E-03	9.21E-01	1.22E+00	
24.0	2.81E+00	3.89E-08	6.22E-04	4.79E-01	2.88E+00	1.82E-03
26.0	3.91E+00	2.98E-06	1.51E-04	1.98E-01	4.10E+00	5.38E-02
28.0	4.84E+00	4.55E-05	3.76E-05	8.11E-02	4.89E+00	4.31E-01
30.0	5.84E+00	2.96E-04	9.59E-06	3.85E-02	4.68E+00	1.64E+00
32.0	6.97E+00	1.11E-03	6.19E-06	2.07E-02	3.57E+00	3.65E+00
34.0	8.24E+00	2.84E-03	5.70E-05	1.54E-02	2.31E+00	5.64E+00
36.0	9.58E+00	6.89E-03	4.94E-04	1.34E-02	1.58E+00	6.95E+00
38.0	1.08E+01	4.85E-02	2.88E-03	1.20E-02	9.91E-01	7.18E+00
40.0	1.17E+01	3.06E-01	7.66E-03	1.24E-02	7.35E-01	6.58E+00
42.0	1.24E+01	9.65E-01	1.64E-02	1.20E-02	5.61E-01	5.27E+00
44.0	1.28E+01	1.97E+00	2.92E-02	1.35E-02	4.40E-01	3.77E+00
46.0	1.30E+01	3.17E+00	4.24E-02	1.75E-02	3.53E-01	2.68E+00
48.0	1.33E+01	4.14E+00	5.63E-02	2.99E-02	3.16E-01	2.03E+00
50.0	1.32E+01	5.40E+00	9.72E-02	5.01E-02	2.90E-01	1.61E+00

Таблица 59

Расчетные функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, 3p\alpha n)\text{Pr}$

En	^{149}Pr	^{148}Pr	^{147}Pr	^{146}Pr	^{145}Pr	^{144}Pr
16.0			1.27E-09			
18.0			1.15E-07			
20.0			1.04E-06			
22.0			5.63E-06	1.86E-09		
24.0			4.08E-05	2.27E-07		
26.0			1.52E-04	6.88E-06	1.85E-11	
28.0			4.38E-04	7.79E-05	1.77E-08	
30.0	2.09E-15		8.27E-04	4.33E-04	1.86E-06	
32.0	4.27E-13		1.42E-03	1.59E-03	3.24E-05	
34.0	1.27E-11		1.99E-03	4.07E-03	2.64E-04	6.46E-10
36.0	1.67E-10	1.01E-15	2.67E-03	8.84E-03	1.40E-03	1.19E-07
38.0	1.16E-09	1.23E-12	2.95E-03	1.37E-02	5.83E-03	4.20E-06
40.0	5.33E-09	8.19E-11	3.08E-03	1.87E-02	1.52E-02	5.83E-05
42.0	2.04E-08	1.70E-09	3.09E-03	2.24E-02	3.12E-02	7.68E-04
44.0	5.55E-08	1.05E-08	2.62E-03	2.33E-02	5.24E-02	3.74E-03
46.0	1.57E-07	7.36E-08	2.56E-03	2.47E-02	7.80E-02	1.28E-02
48.0	3.19E-07	2.58E-07	2.49E-03	2.90E-02	9.86E-02	2.75E-02
50.0	5.30E-07	8.64E-07	2.40E-03	2.95E-02	1.21E-01	5.95E-02

Таблица 60

Расчетные функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, xn)\text{Tb}$

En	^{158}Tb	^{157}Tb	^{156}Tb	^{155}Tb	^{154}Tb
2.0	2.73E+03				
4.0	2.51E+03				
6.0	2.60E+03				
8.0	1.38E+03	1.04E+03			
10.0	4.00E+02	1.91E+03			
12.0	2.35E+02	2.02E+03			
14.0	1.81E+02	1.97E+03			
16.0	1.68E+02	1.90E+03			
18.0	1.62E+02	1.44E+03	4.41E+02		
20.0	1.52E+02	8.30E+02	1.01E+03		
22.0	1.40E+02	5.20E+02	1.27E+03		
24.0	1.35E+02	3.86E+02	1.35E+03	2.10E+00	
26.0	1.32E+02	3.27E+02	1.24E+03	1.37E+02	
28.0	1.24E+02	2.91E+02	9.27E+02	4.45E+02	
30.0	1.16E+02	2.65E+02	6.46E+02	7.02E+02	
32.0	1.12E+02	2.49E+02	4.69E+02	8.55E+02	
34.0	1.08E+02	2.35E+02	3.70E+02	9.27E+02	2.54E+00
36.0	1.03E+02	2.21E+02	3.11E+02	9.15E+02	4.64E+01
38.0	9.70E+01	2.08E+02	2.72E+02	8.08E+02	1.61E+02
40.0	1.00E+02	2.00E+02	2.32E+02	6.64E+02	3.03E+02
42.0	9.65E+01	1.91E+02	2.13E+02	5.34E+02	4.24E+02
44.0	9.28E+01	1.82E+02	1.98E+02	4.36E+02	4.92E+02
46.0	8.86E+01	1.75E+02	1.84E+02	3.70E+02	4.96E+02
48.0	8.46E+01	1.66E+02	1.72E+02	3.25E+02	4.52E+02
50.0	8.11E+01	1.59E+02	1.63E+02	2.93E+02	4.19E+02

Таблица 61

Расчетные функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, pxn)\text{Gd}$

En	^{158}Gd	^{157}Gd	^{156}Gd	^{155}Gd	^{154}Gd	^{153}Gd
4.0	5.67E-02					
6.0	8.33E-01					
8.0	3.93E+00					
10.0	1.02E+01	3.35E-05				
12.0	2.20E+01	5.28E+00				
14.0	3.24E+01	9.11E+00				
16.0	4.59E+01	1.71E+01	1.93E-07			
18.0	5.33E+01	2.41E+01	1.19E-03			
20.0	5.65E+01	4.03E+01	1.40E-01			
22.0	5.58E+01	6.06E+01	1.33E+00			
24.0	5.68E+01	8.10E+01	5.23E+00	3.50E-06		
26.0	5.74E+01	9.80E+01	1.33E+01	1.90E-03		
28.0	5.52E+01	1.08E+02	2.66E+01	6.84E-02		
30.0	5.25E+01	1.09E+02	4.37E+01	7.61E-01		
32.0	5.12E+01	1.10E+02	6.61E+01	3.55E+00	5.49E-06	
34.0	5.02E+01	1.09E+02	8.76E+01	9.82E+00	1.84E-03	
36.0	4.82E+01	1.08E+02	1.04E+02	1.94E+01	9.76E-02	
38.0	4.56E+01	1.05E+02	1.19E+02	3.03E+01	7.73E-01	
40.0	4.37E+01	1.04E+02	1.30E+02	4.04E+01	3.03E+00	3.34E-06
42.0	4.23E+01	1.02E+02	1.40E+02	4.92E+01	8.26E+00	7.54E-04
44.0	4.57E+01	1.00E+02	1.45E+02	5.50E+01	1.46E+01	1.77E-02
46.0	4.37E+01	9.76E+01	1.47E+02	6.32E+01	2.45E+01	1.68E-01
48.0	4.17E+01	9.53E+01	1.45E+02	7.37E+01	3.55E+01	8.74E-01
50.0	4.01E+01	9.33E+01	1.41E+02	8.46E+01	4.58E+01	2.90E+00

Таблица 62

Расчетные функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, 2\text{pxn})\text{Eu}$

En	^{157}Eu	^{156}Eu	^{155}Eu	^{154}Eu	^{153}Eu	^{152}Eu
4.0			2.02E-03			
6.0			9.71E-03			
8.0			1.88E-02			
10.0			3.96E-02			
12.0			7.45E-02	2.37E-03		
14.0	2.57E-01		1.28E-01	3.60E-02		
16.0	7.13E-01		1.44E-01	1.52E-01		
18.0	1.17E+00		8.94E-02	3.78E-01		
20.0	1.89E+00		3.53E-02	6.70E-01	1.68E-02	
22.0	2.50E+00	5.21E-10	9.92E-03	8.30E-01	1.38E-01	
24.0	3.58E+00	2.42E-07	2.55E-03	7.66E-01	5.11E-01	
26.0	4.73E+00	1.20E-05	6.43E-04	5.00E-01	9.74E-01	
28.0	5.62E+00	1.19E-04	1.43E-04	2.35E-01	1.55E+00	8.67E-05
30.0	6.73E+00	6.14E-04	3.66E-05	1.01E-01	2.02E+00	9.62E-03
32.0	8.02E+00	2.00E-03	2.04E-05	4.96E-02	2.48E+00	9.89E-02
34.0	9.45E+00	4.80E-03	1.59E-04	2.81E-02	2.59E+00	4.58E-01
36.0	1.07E+01	1.52E-02	1.10E-03	1.97E-02	2.36E+00	1.28E+00
38.0	1.18E+01	1.22E-01	4.34E-03	1.58E-02	1.75E+00	2.35E+00
40.0	1.28E+01	5.74E-01	1.24E-02	1.40E-02	1.22E+00	3.16E+00
42.0	1.34E+01	1.47E+00	2.67E-02	1.28E-02	7.97E-01	3.60E+00
44.0	1.40E+01	2.36E+00	3.74E-02	1.23E-02	5.76E-01	3.55E+00
46.0	1.40E+01	3.66E+00	5.89E-02	1.21E-02	3.99E-01	2.97E+00
48.0	1.39E+01	5.05E+00	8.92E-02	1.99E-02	3.38E-01	2.39E+00
50.0	1.38E+01	5.81E+00	1.22E-01	3.27E-02	2.88E-01	1.80E+00

Таблица 63

Расчетные функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, 3\text{pxn})\text{Sm}$

En	^{156}Sm	^{155}Sm	^{154}Sm	^{153}Sm	^{152}Sm	^{151}Sm
16.0			9.67E-09			
18.0			2.50E-07			
20.0			2.26E-06			
22.0			1.01E-05	7.58E-10		
24.0			3.83E-05	2.24E-07		
26.0			1.09E-04	6.24E-06		
28.0			2.59E-04	5.70E-05	1.92E-10	
30.0	1.24E-13		5.07E-04	2.98E-04	3.56E-08	
32.0	6.37E-12		7.83E-04	8.45E-04	1.44E-06	
34.0	1.01E-10	3.62E-15	1.02E-03	2.24E-03	2.50E-05	
36.0	8.21E-10	1.04E-12	1.19E-03	4.68E-03	2.22E-04	2.19E-09
38.0	4.22E-09	6.85E-11	1.07E-03	7.03E-03	1.05E-03	2.02E-07
40.0	1.75E-08	1.58E-09	1.20E-03	1.04E-02	3.55E-03	4.33E-06
42.0	5.18E-08	1.59E-08	1.19E-03	1.27E-02	9.17E-03	5.23E-05
44.0	7.68E-08	4.10E-08	1.15E-03	1.36E-02	1.58E-02	2.39E-04
46.0	1.79E-07	2.12E-07	1.12E-03	1.44E-02	2.80E-02	1.23E-03
48.0	2.65E-07	6.53E-07	1.08E-03	1.47E-02	4.39E-02	4.82E-03
50.0	4.35E-07	1.66E-06	1.03E-03	1.46E-02	5.94E-02	1.37E-02

Таблица 64

Расчетные функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, xn)\text{Ho}$

En	^{166}Ho	^{165}Ho	^{164}Ho	^{163}Ho	^{162}Ho
2.0	2.63E+03				
4.0	2.63E+03				
6.0	2.64E+03				
8.0	9.39E+02	1.52E+03			
10.0	3.30E+02	2.06E+03			
12.0	2.07E+02	2.11E+03			
14.0	1.69E+02	2.04E+03			
16.0	1.62E+02	1.68E+03	1.35E+02		
18.0	1.50E+02	9.64E+02	8.24E+02		
20.0	1.38E+02	5.66E+02	1.25E+03		
22.0	1.29E+02	3.99E+02	1.42E+03		
24.0	1.26E+02	3.29E+02	1.39E+03	8.96E+01	
26.0	1.20E+02	2.90E+02	1.08E+03	4.04E+02	
28.0	1.12E+02	2.61E+02	7.57E+02	7.18E+02	
30.0	1.06E+02	2.42E+02	5.36E+02	9.17E+02	
32.0	1.02E+02	2.28E+02	4.10E+02	1.02E+03	3.24E+00
34.0	9.77E+01	2.14E+02	3.36E+02	1.02E+03	5.52E+01
36.0	9.17E+01	2.02E+02	2.88E+02	8.99E+02	1.89E+02
38.0	8.69E+01	1.91E+02	2.56E+02	7.35E+02	3.54E+02
40.0	8.35E+01	1.82E+02	2.34E+02	5.86E+02	4.96E+02
42.0	8.77E+01	1.75E+02	2.19E+02	4.98E+02	5.51E+02
44.0	8.35E+01	1.67E+02	2.01E+02	4.02E+02	5.82E+02
46.0	7.93E+01	1.59E+02	1.88E+02	3.26E+02	5.24E+02
48.0	7.59E+01	1.52E+02	1.77E+02	2.91E+02	4.48E+02
50.0	7.30E+01	1.45E+02	1.68E+02	2.64E+02	3.79E+02

Таблица 65

Расчетные функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, pxn)\text{Dy}$

En	^{166}Dy	^{165}Dy	^{164}Dy	^{163}Dy	^{162}Dy	^{161}Dy
6.0	8.29E-02					
8.0	9.27E-01					
10.0	3.55E+00	6.17E-07				
12.0	9.89E+00	2.05E+00				
14.0	1.90E+01	5.64E+00				
16.0	3.28E+01	1.22E+01	2.23E-08			
18.0	3.97E+01	1.72E+01	2.65E-04			
20.0	4.39E+01	2.53E+01	6.89E-03			
22.0	4.66E+01	4.20E+01	1.46E-01			
24.0	4.99E+01	6.22E+01	1.27E+00	3.55E-05		
26.0	5.00E+01	7.83E+01	5.62E+00	2.14E-03		
28.0	4.83E+01	8.94E+01	1.81E+01	6.07E-02		
30.0	4.74E+01	9.38E+01	3.52E+01	5.43E-01		
32.0	4.69E+01	9.70E+01	5.68E+01	2.61E+00	1.30E-04	
34.0	4.55E+01	9.63E+01	7.91E+01	5.79E+00	2.70E-03	
36.0	4.33E+01	9.42E+01	9.73E+01	1.30E+01	3.51E-02	
38.0	4.15E+01	9.25E+01	1.12E+02	2.29E+01	2.29E-01	
40.0	4.02E+01	9.14E+01	1.23E+02	3.43E+01	1.14E+00	2.75E-05
42.0	3.89E+01	9.17E+01	1.29E+02	4.48E+01	3.60E+00	8.86E-04
44.0	3.72E+01	9.08E+01	1.34E+02	5.52E+01	8.64E+00	1.66E-02
46.0	3.55E+01	8.86E+01	1.35E+02	6.68E+01	1.60E+01	8.44E-02
48.0	3.41E+01	8.69E+01	1.33E+02	7.87E+01	2.49E+01	4.15E-01
50.0	3.29E+01	8.55E+01	1.30E+02	9.04E+01	3.76E+01	1.94E+00

Таблица 66

Расчетные функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, 2\text{pxn})\text{Tb}$

En	^{165}Tb	^{164}Tb	^{163}Tb	^{162}Tb	^{161}Tb	^{160}Tb
6.0			5.30E-04			
8.0			1.73E-03			
10.0			5.04E-03			
12.0			1.34E-02	5.38E-04		
14.0			2.61E-02	8.56E-03		
16.0	2.82E-01		3.32E-02	3.95E-02		
18.0	5.55E-01		2.54E-02	1.17E-01	9.83E-05	
20.0	1.09E+00		9.66E-03	2.08E-01	7.56E-03	
22.0	1.64E+00		2.36E-03	2.58E-01	3.60E-02	
24.0	2.55E+00	5.54E-11	5.93E-04	2.49E-01	1.44E-01	
26.0	3.29E+00	3.96E-09	1.45E-04	1.75E-01	3.67E-01	
28.0	4.18E+00	3.26E-07	3.50E-05	9.26E-02	6.38E-01	1.26E-03
30.0	5.31E+00	5.53E-06	8.59E-06	4.42E-02	8.85E-01	1.96E-02
32.0	6.50E+00	4.18E-05	2.38E-06	2.25E-02	1.05E+00	1.16E-01
34.0	7.69E+00	1.59E-04	2.42E-06	1.36E-02	9.56E-01	4.71E-01
36.0	8.82E+00	5.02E-04	2.20E-05	1.09E-02	8.01E-01	1.00E+00
38.0	1.00E+01	4.68E-03	1.47E-04	8.98E-03	5.39E-01	1.46E+00
40.0	1.14E+01	4.34E-02	6.44E-04	6.76E-03	3.40E-01	1.70E+00
42.0	1.26E+01	3.14E-01	2.01E-03	6.25E-03	2.37E-01	1.69E+00
44.0	1.32E+01	9.85E-01	4.65E-03	5.80E-03	1.76E-01	1.48E+00
46.0	1.34E+01	1.98E+00	8.80E-03	5.67E-03	1.42E-01	1.20E+00
48.0	1.36E+01	3.18E+00	1.49E-02	6.87E-03	1.23E-01	9.36E-01
50.0	1.37E+01	4.51E+00	2.68E-02	9.78E-03	1.09E-01	7.19E-01

Таблица 67

Расчетные функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, 3\text{pxn})\text{Gd}$

En	^{164}Gd	^{163}Gd	^{162}Gd	^{161}Gd	^{160}Gd	^{159}Gd
18.0			8.00E-11			
20.0			2.91E-09			
22.0			9.12E-08	1.97E-12		
24.0			7.02E-07	1.81E-10		
26.0			3.46E-06	3.41E-08		
28.0			1.21E-05	9.01E-07	2.72E-11	
30.0			2.65E-05	8.05E-06	3.10E-09	
32.0			5.62E-05	4.51E-05	7.65E-08	
34.0	2.00E-15		9.37E-05	1.68E-04	1.37E-06	
36.0	1.09E-13	3.10E-17	1.42E-04	4.95E-04	1.46E-05	1.69E-10
38.0	1.97E-12	1.51E-15	1.67E-04	1.02E-03	9.34E-05	8.07E-09
40.0	1.86E-11	1.31E-13	1.82E-04	1.70E-03	4.05E-04	2.38E-07
42.0	1.15E-10	5.56E-12	1.89E-04	2.39E-03	1.30E-03	3.35E-06
44.0	5.09E-10	9.88E-11	1.90E-04	2.93E-03	2.68E-03	3.03E-05
46.0	1.68E-09	9.19E-10	1.58E-04	2.96E-03	5.18E-03	1.74E-04
48.0	4.19E-09	5.34E-09	1.54E-04	2.79E-03	9.15E-03	8.67E-04
50.0	8.34E-09	2.16E-08	1.49E-04	2.82E-03	1.31E-02	2.73E-03

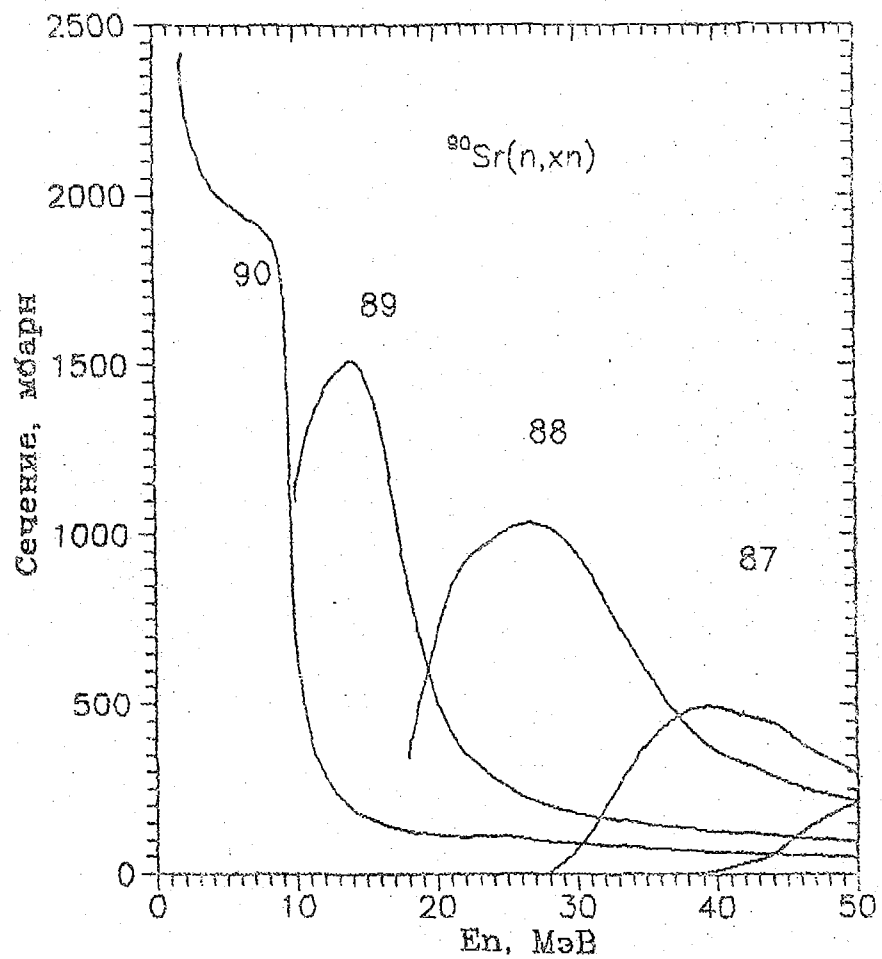


Рис. 1. Функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, xn)$

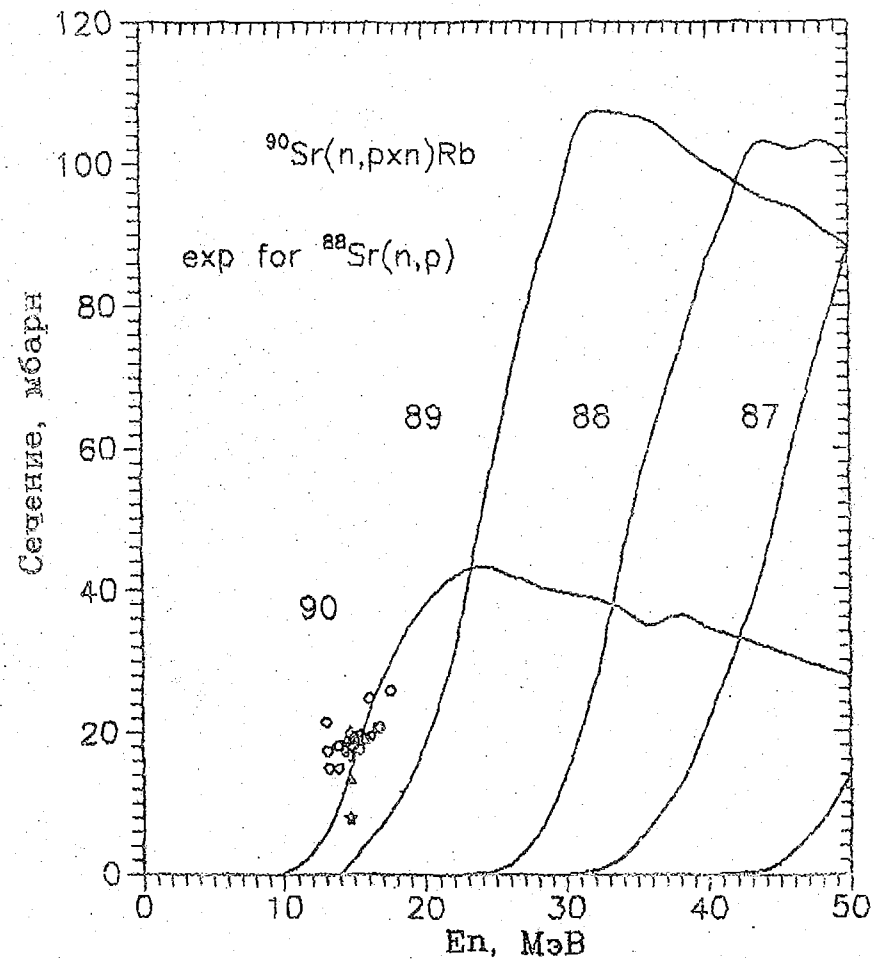


Рис. 2. Функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, pxn)\text{Rb}$

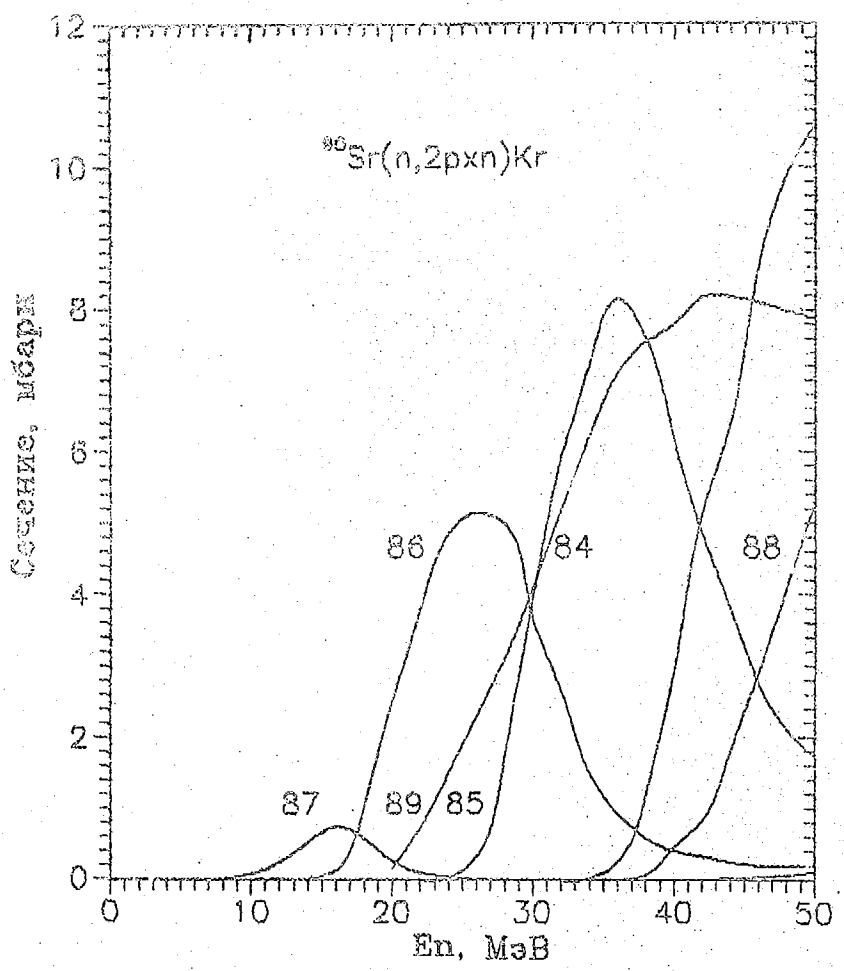


Рис. 3. Функции возбуждения реакции $^{90}\text{Sr}(n, 2pxn)\text{Kr}$

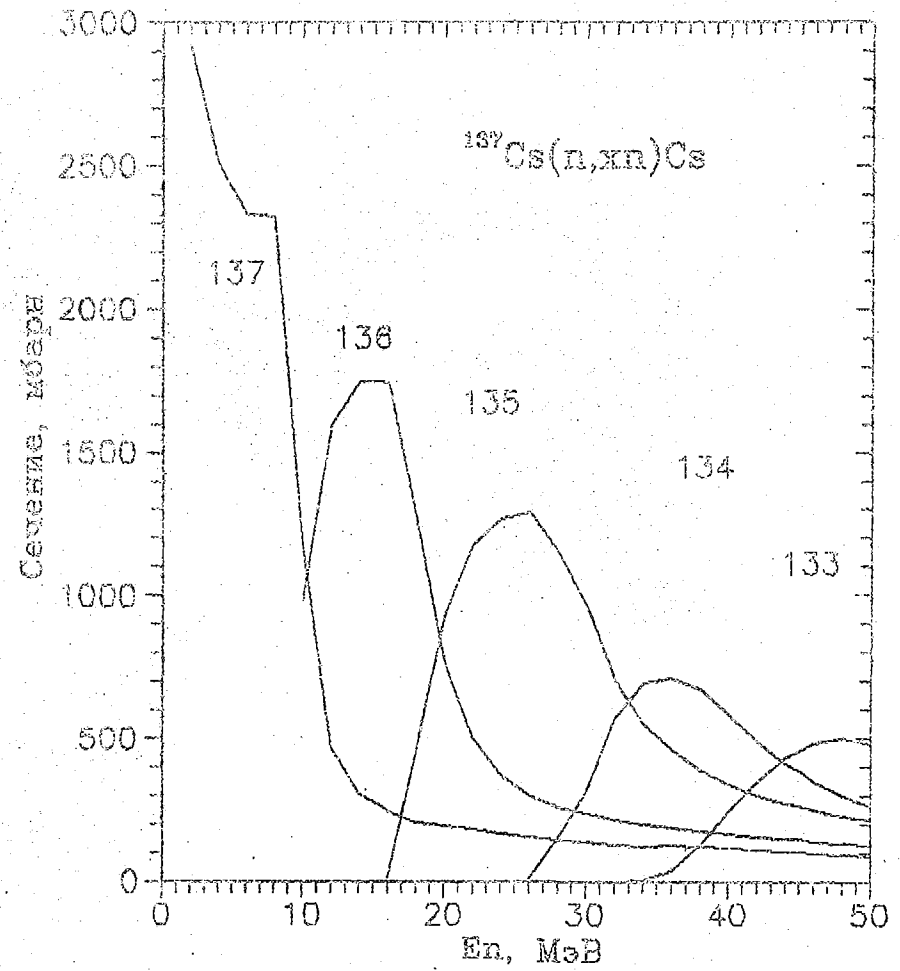


Рис. 4. Функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, xn)\text{Cs}$

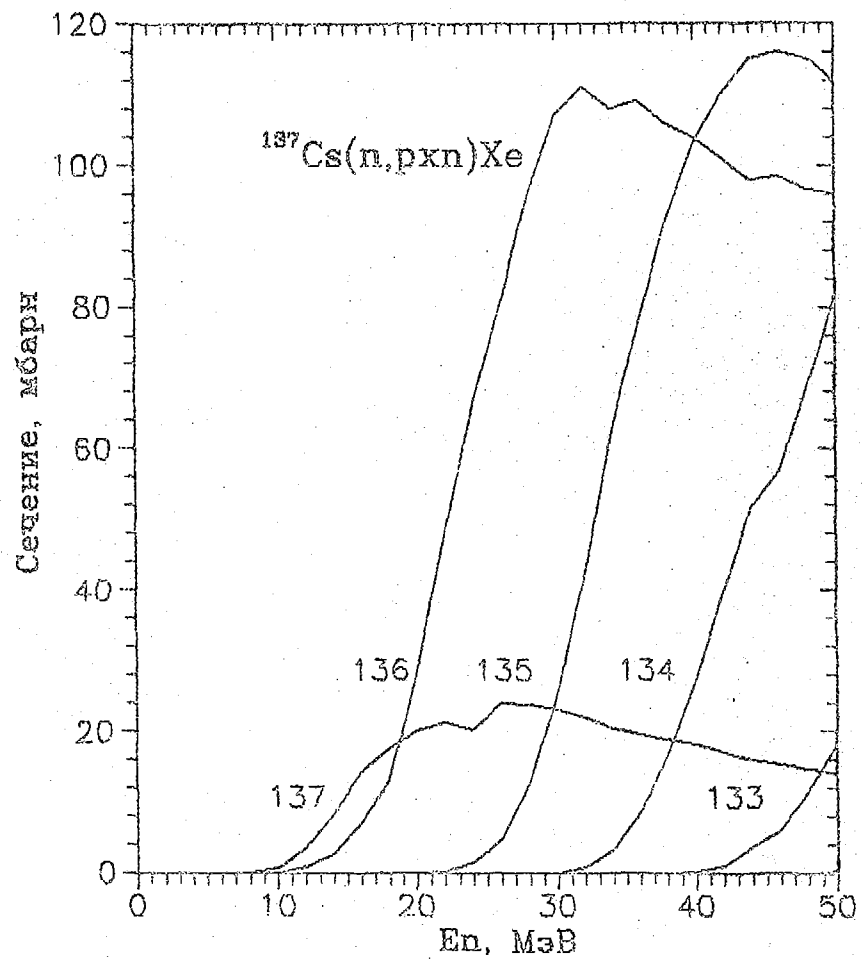


Рис. 5. Функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, p_xn)\text{Xe}$

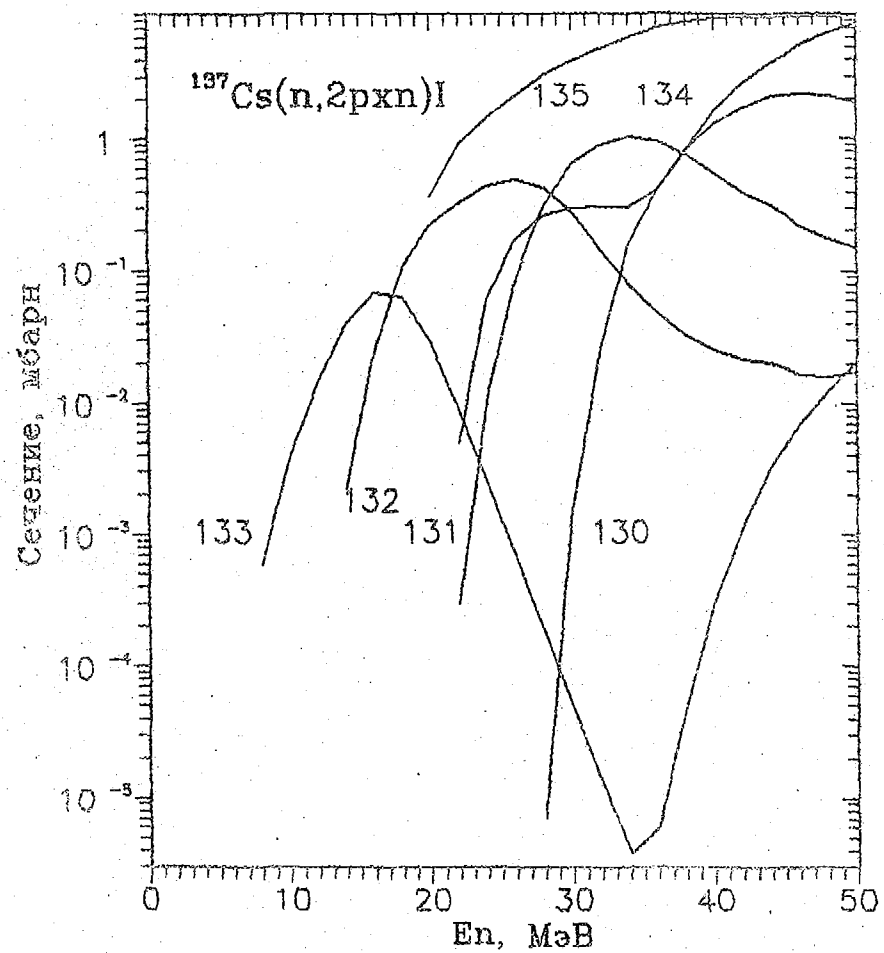


Рис. 6. Функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, 2p_xn)\text{I}$

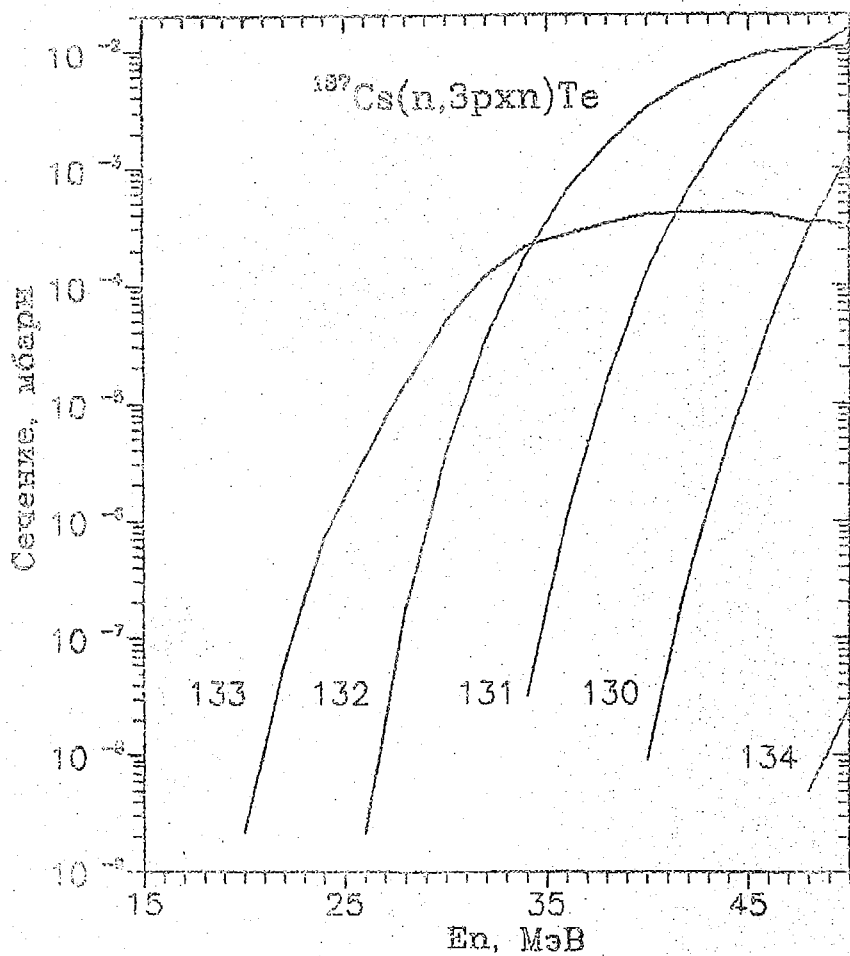


Рис. 7. Функции возбуждения реакции $^{137}\text{Cs}(n, 3pxn)\text{Te}$

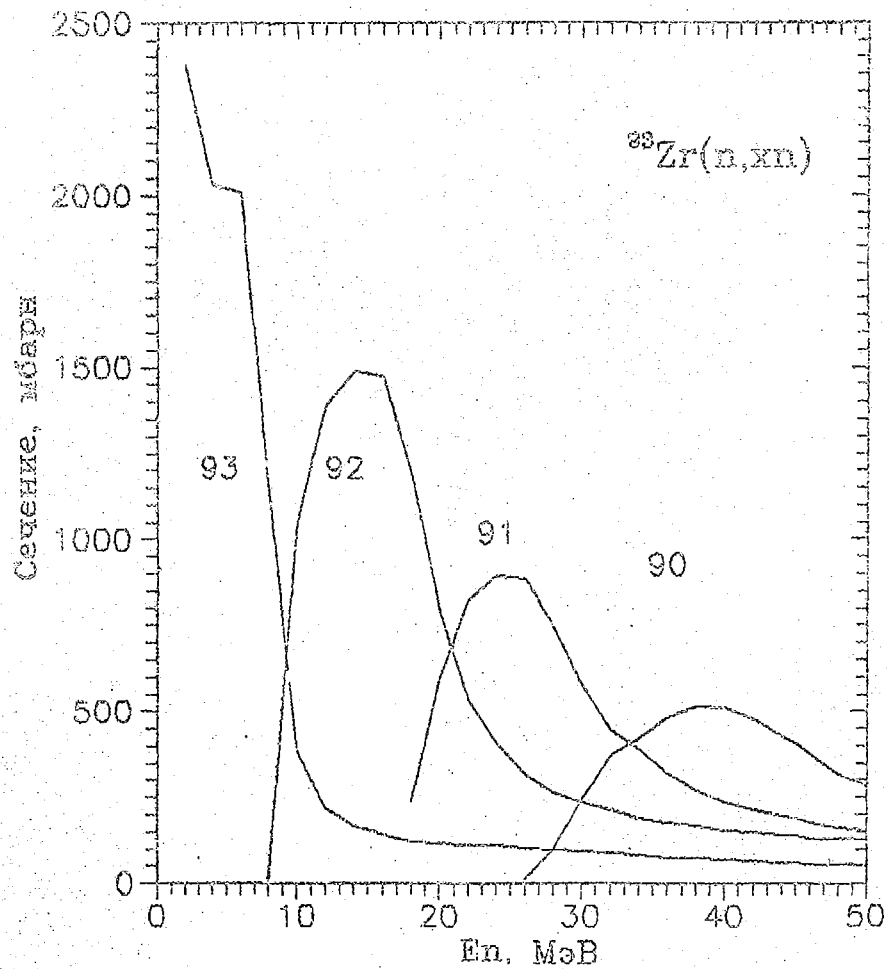


Рис. 8. Функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, xn)$.

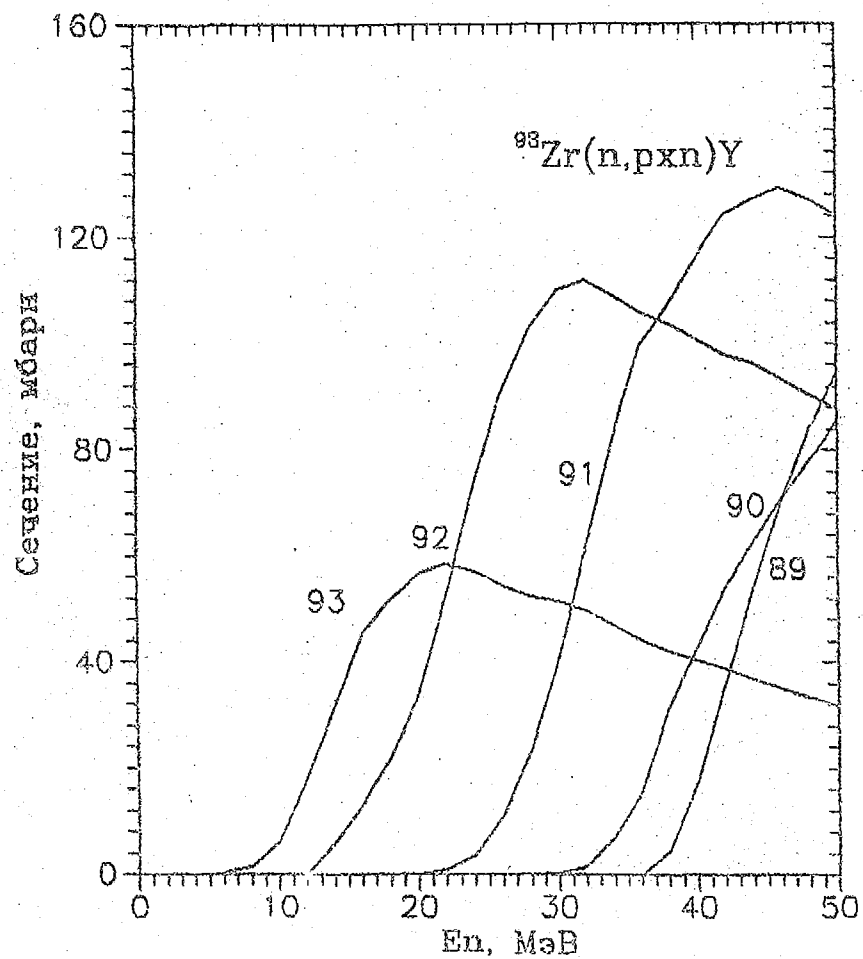


Рис. 9. Функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n,pxn)\text{Y}$

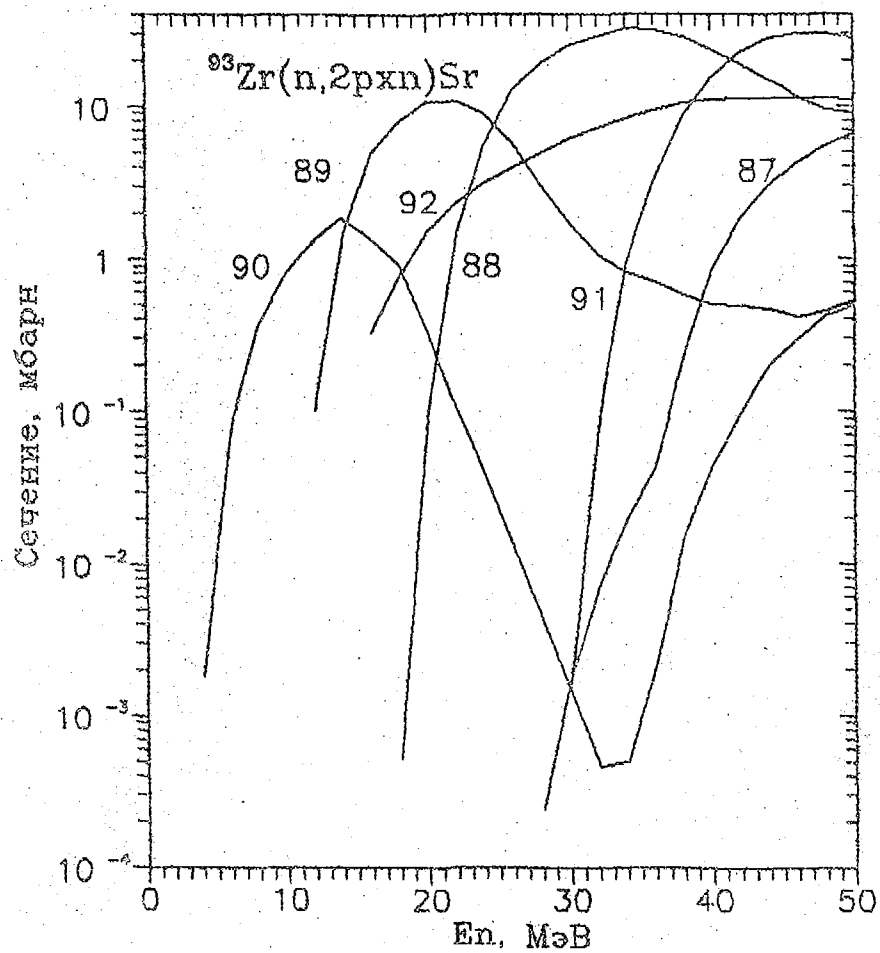


Рис. 10. Функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n,2pxn)\text{Sr}$

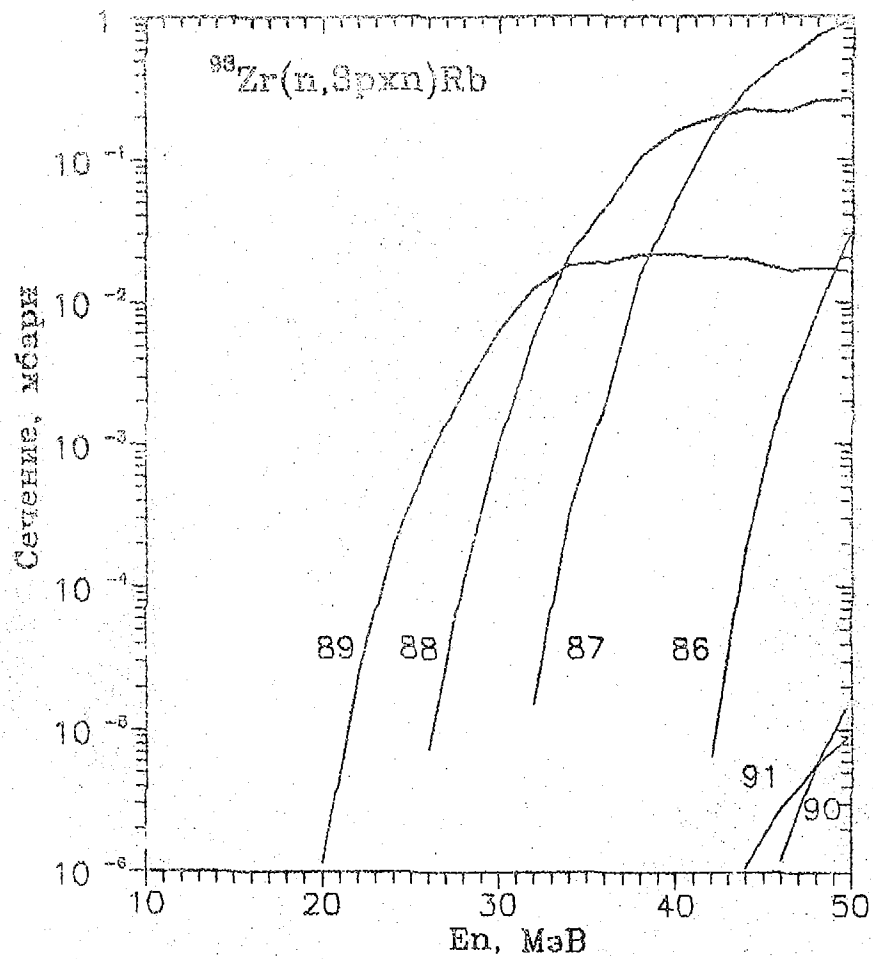


Рис. 11. Функции возбуждения реакции $^{93}\text{Zr}(n, 3pxn)\text{Rb}$

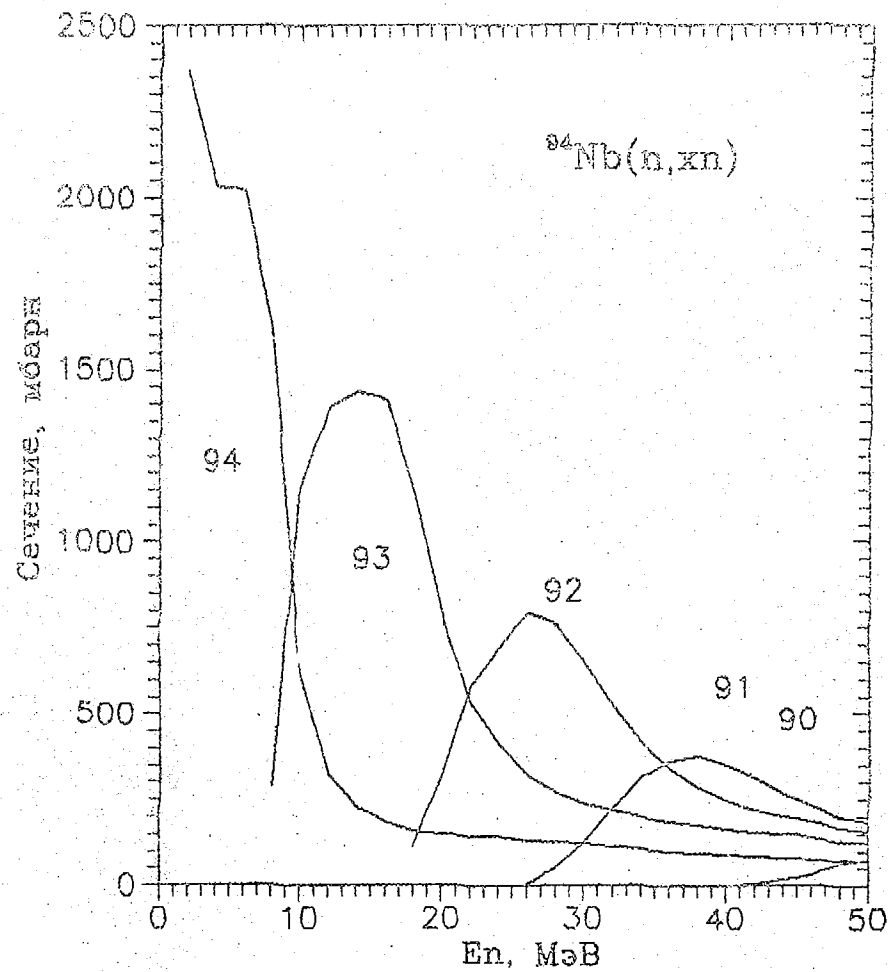


Рис. 12. Функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, xn)$

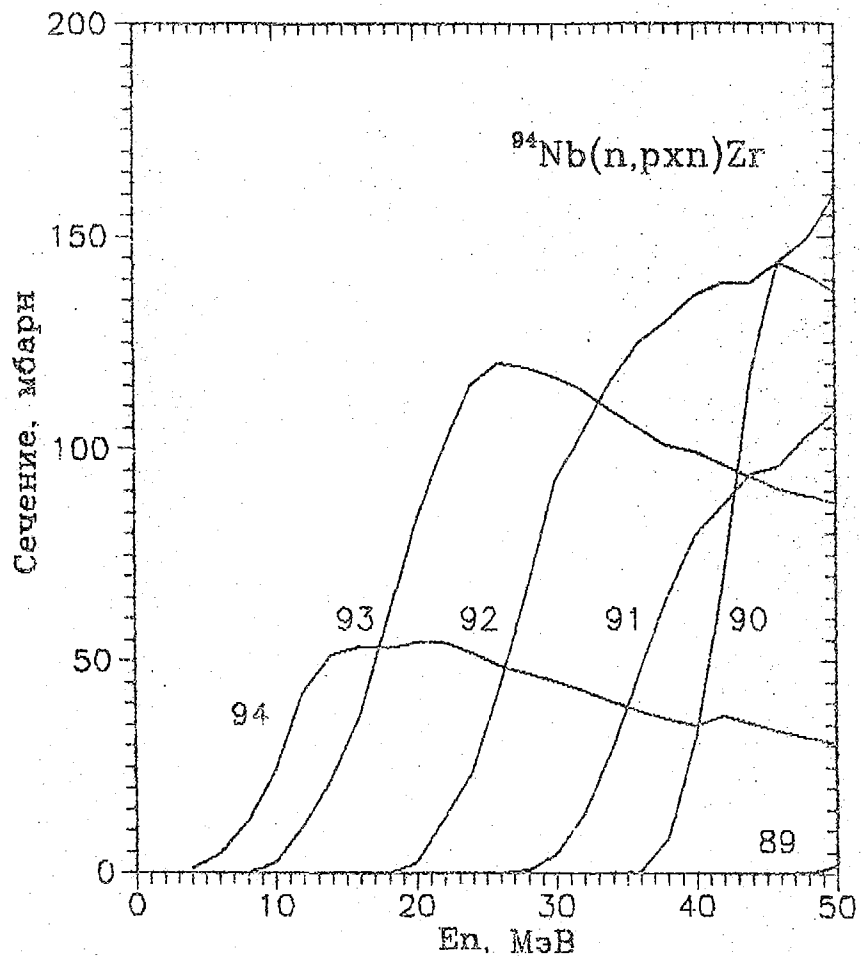


Рис. 13. Функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, pxn)\text{Zr}$

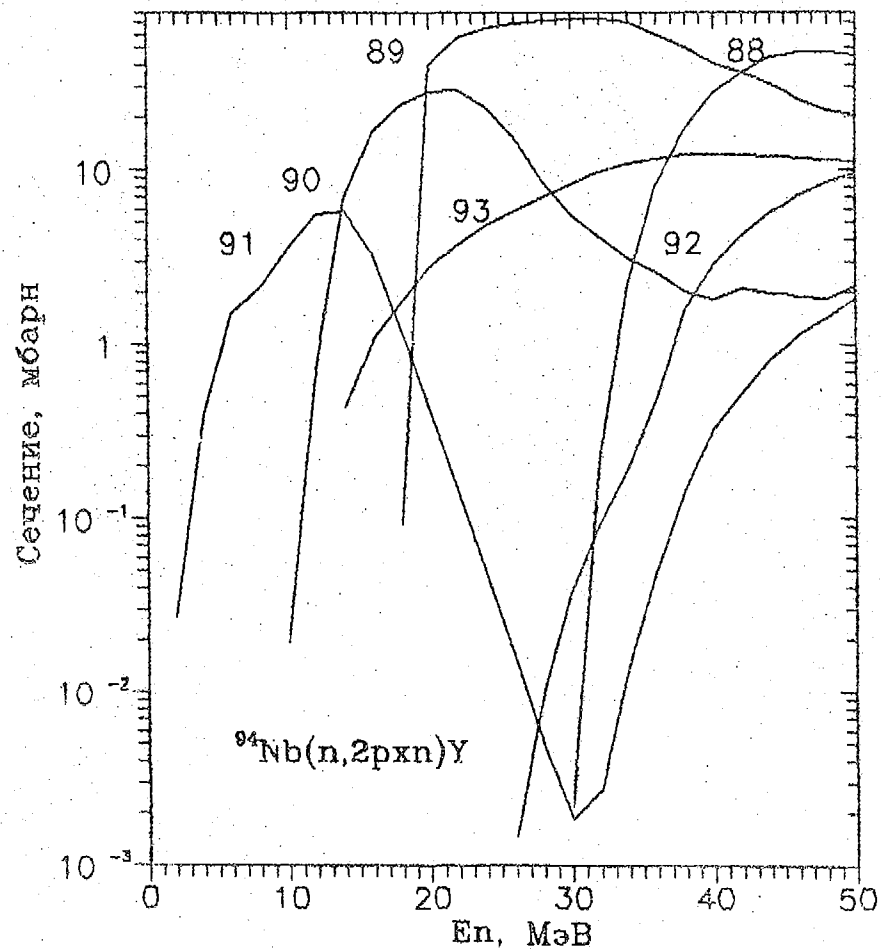


Рис. 14. Функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, 2pxn)\text{Y}$

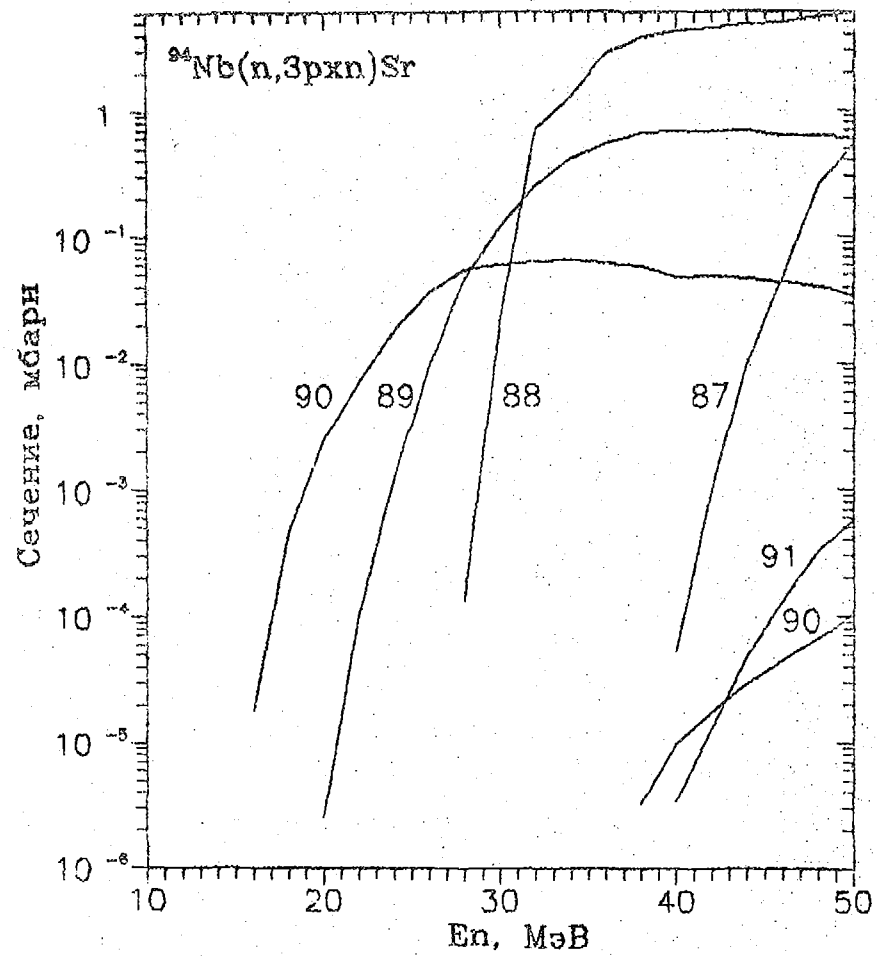


Рис. 15. Функции возбуждения реакции $^{94}\text{Nb}(n, 3pxn)\text{Sr}$

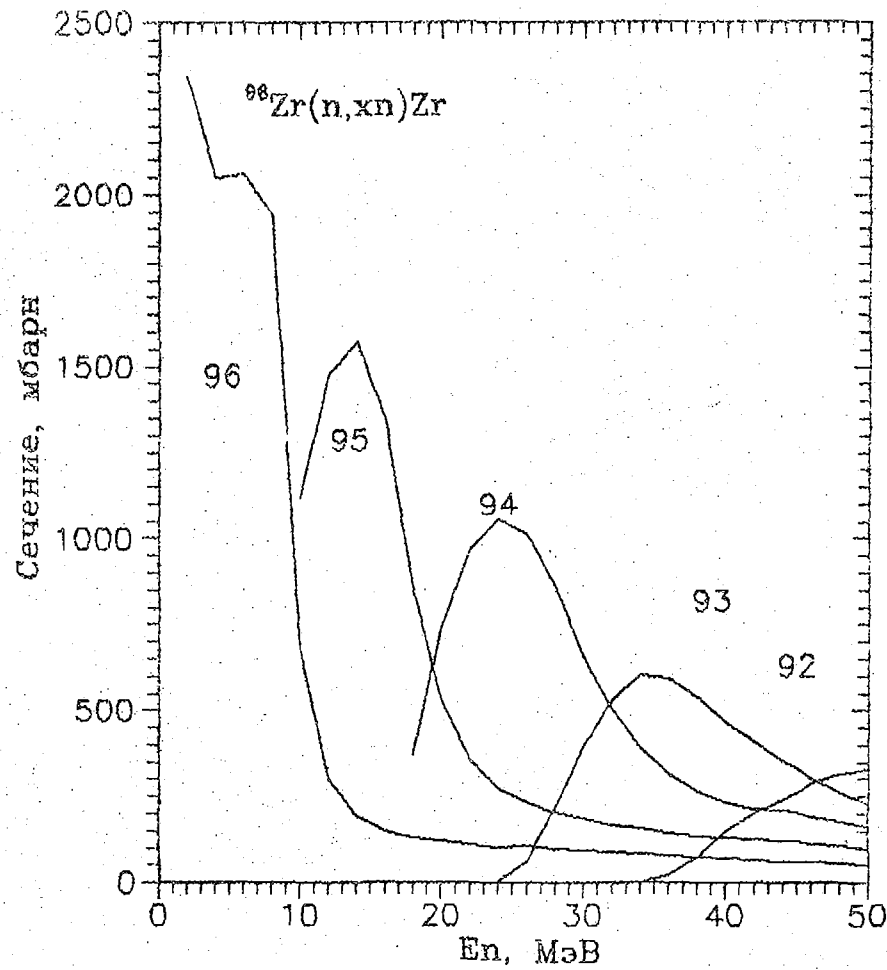


Рис. 16. Функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, xn)\text{Zr}$

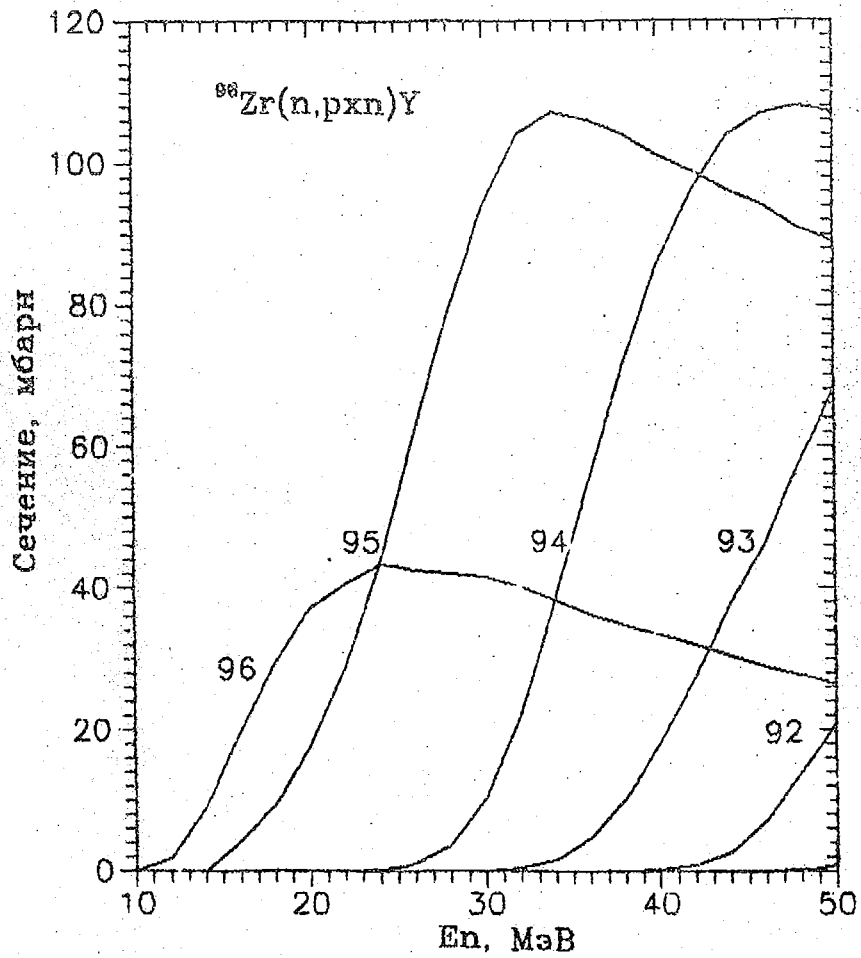


Рис. 17. Функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n,pxn)\text{Y}$

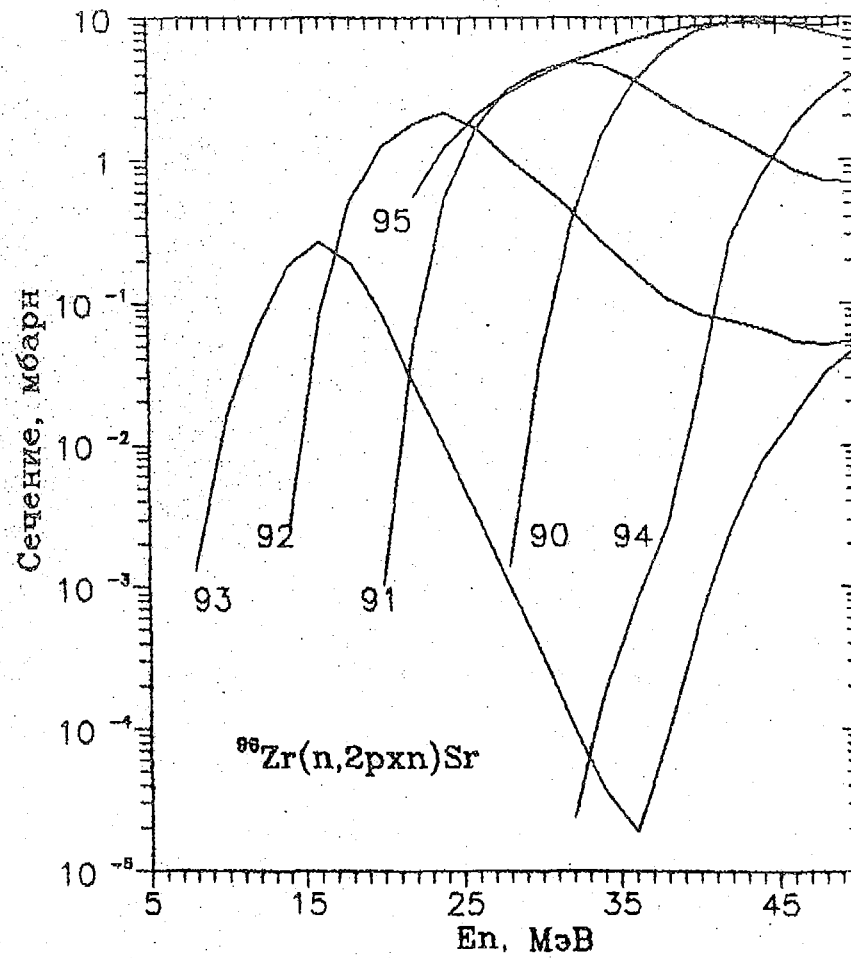


Рис. 18. Функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n,2pxn)\text{Sr}$

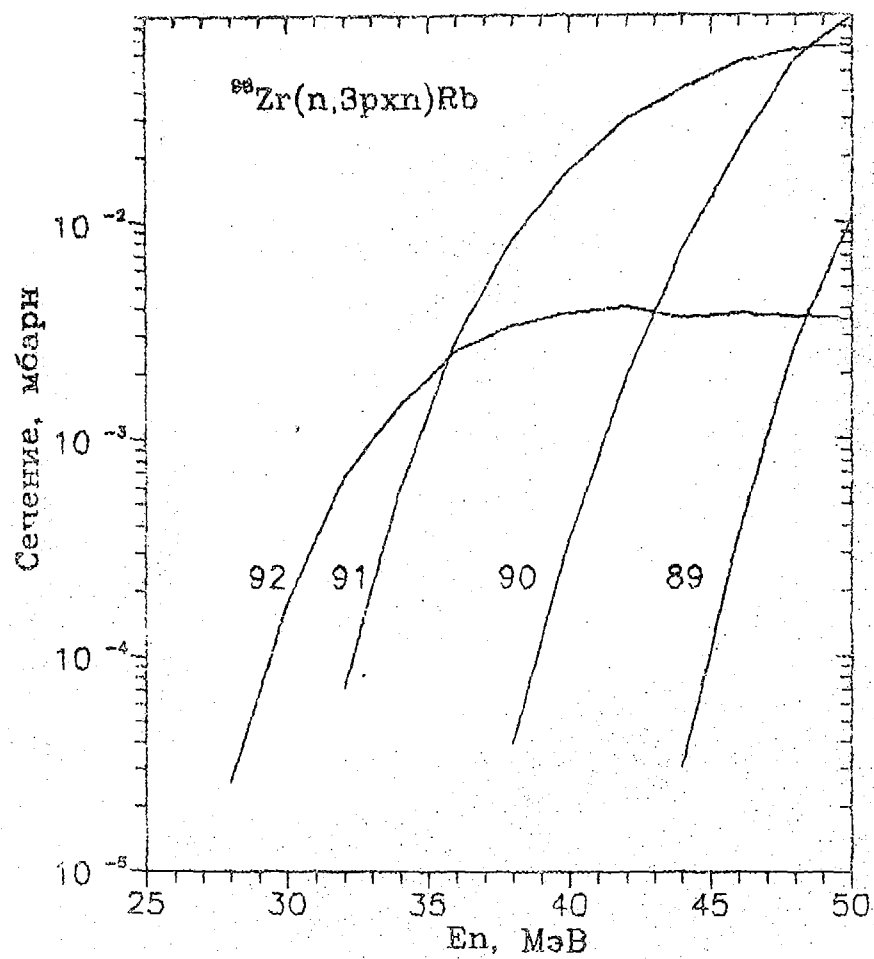


Рис. 19. Функции возбуждения реакции $^{96}\text{Zr}(n, 3pxn)\text{Rb}$

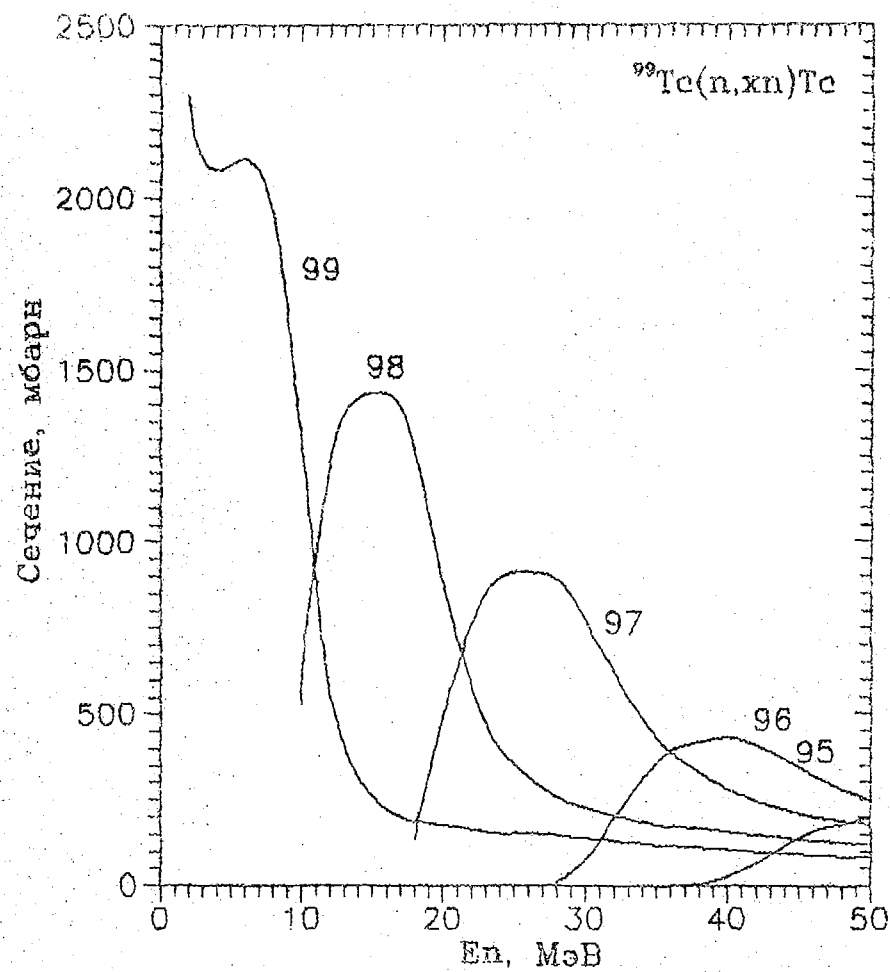


Рис. 20. Функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, xn)\text{Tc}$

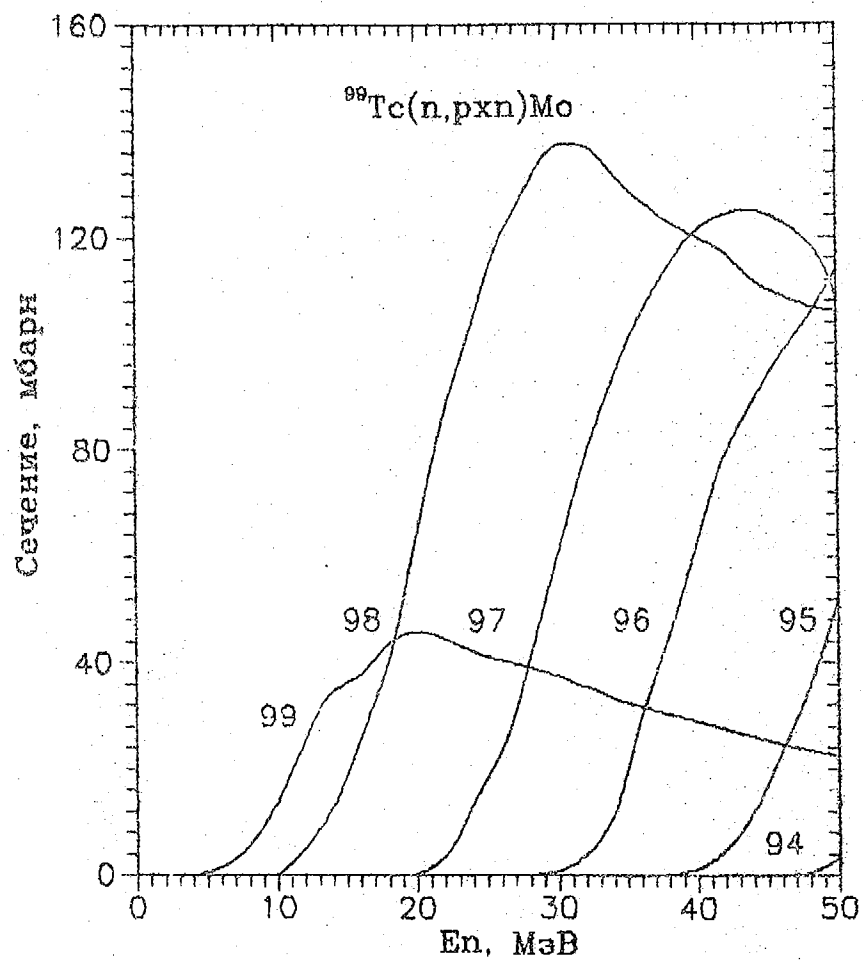


Рис. 21. Функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, \text{pxn})\text{Mo}$

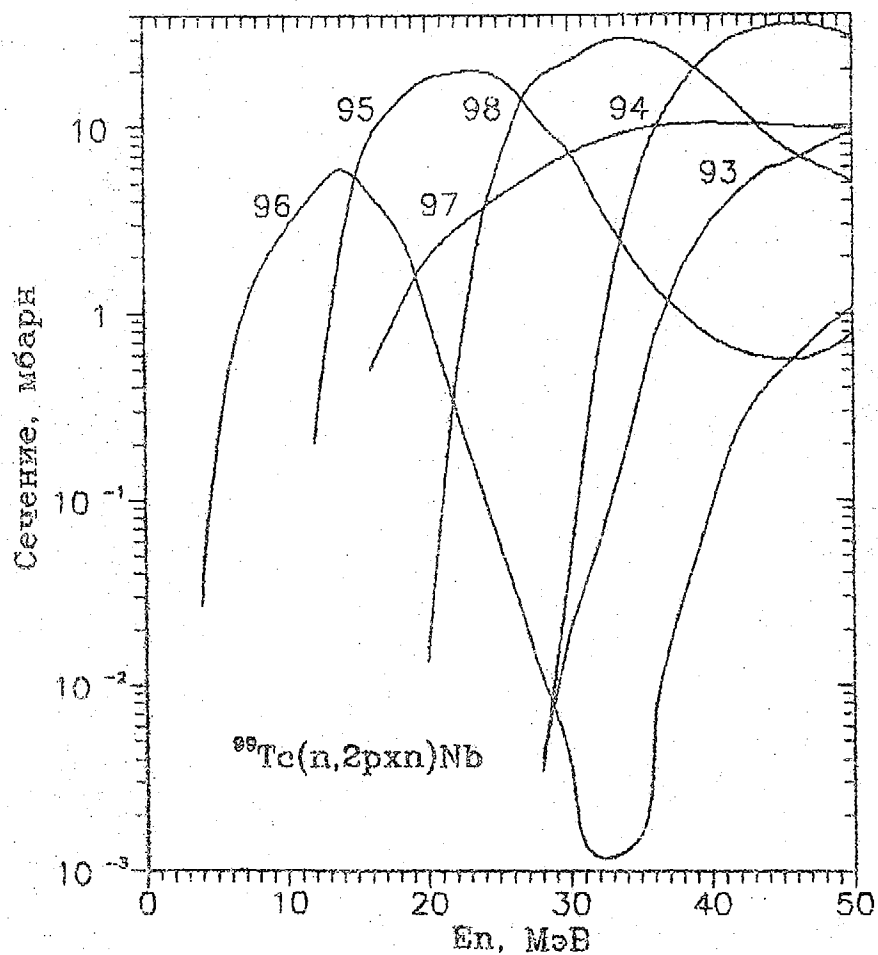


Рис. 22. Функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, 2\text{pxn})\text{Nb}$

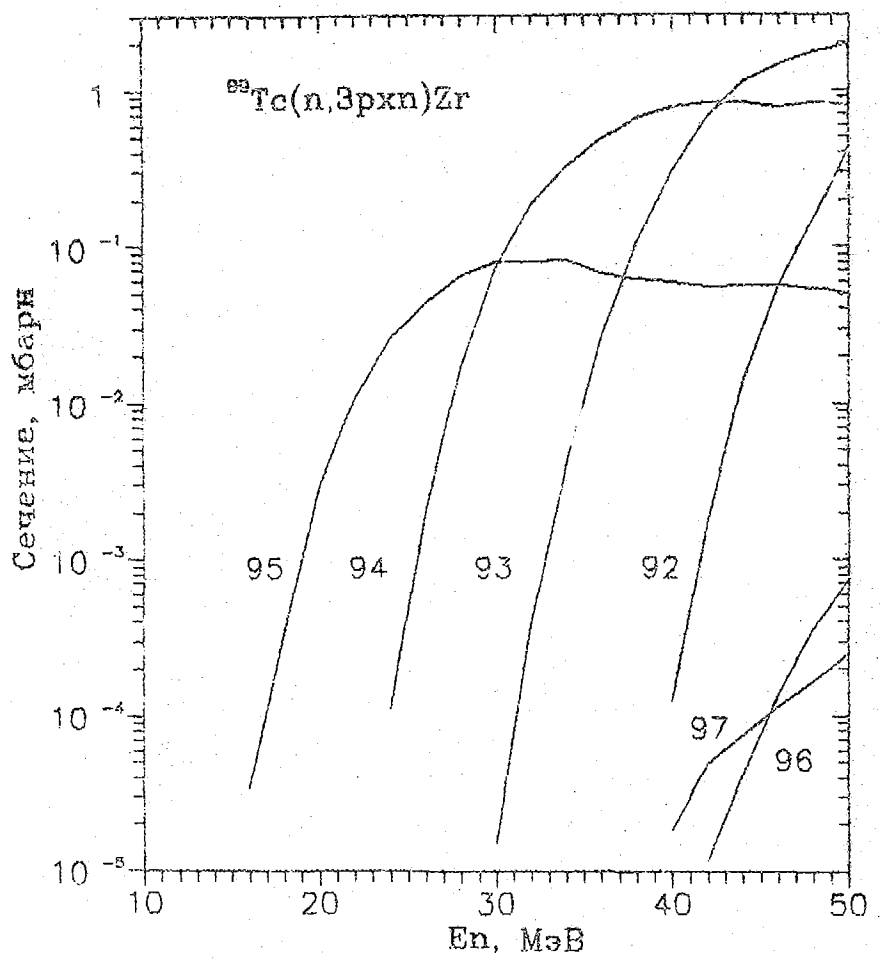


Рис. 23. Функции возбуждения реакции $^{99}\text{Tc}(n, 3pxn)\text{Zr}$

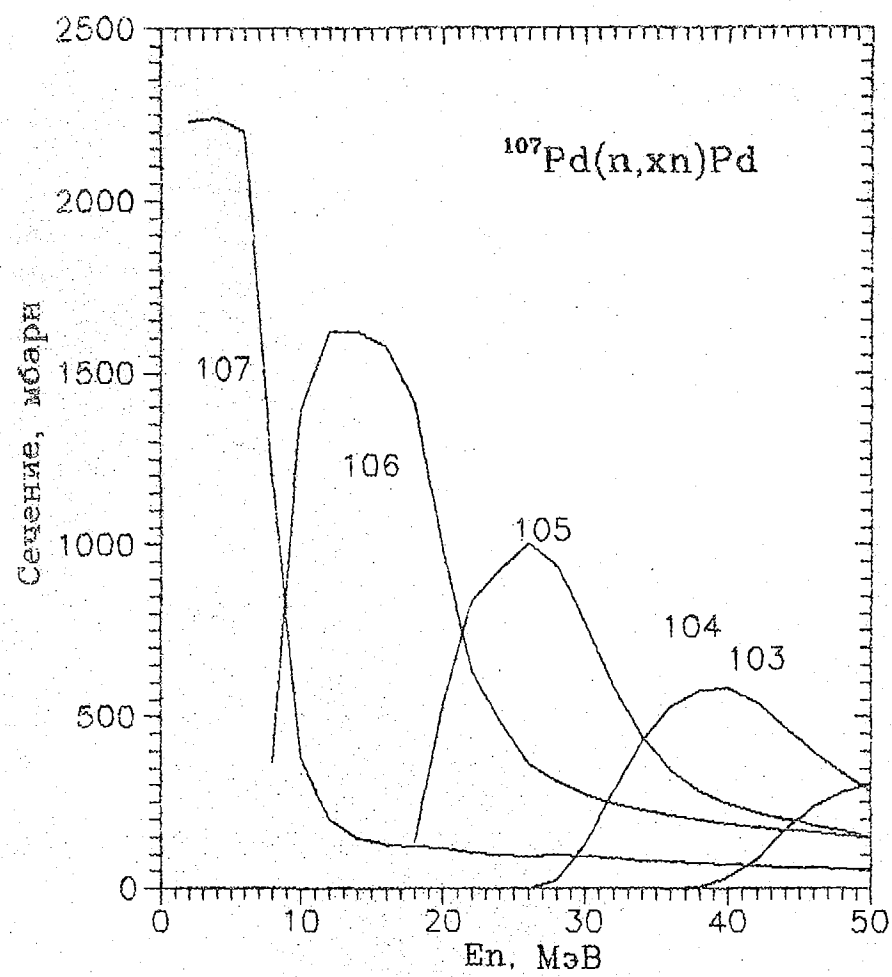


Рис. 24. Функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n, xn)\text{Pd}$

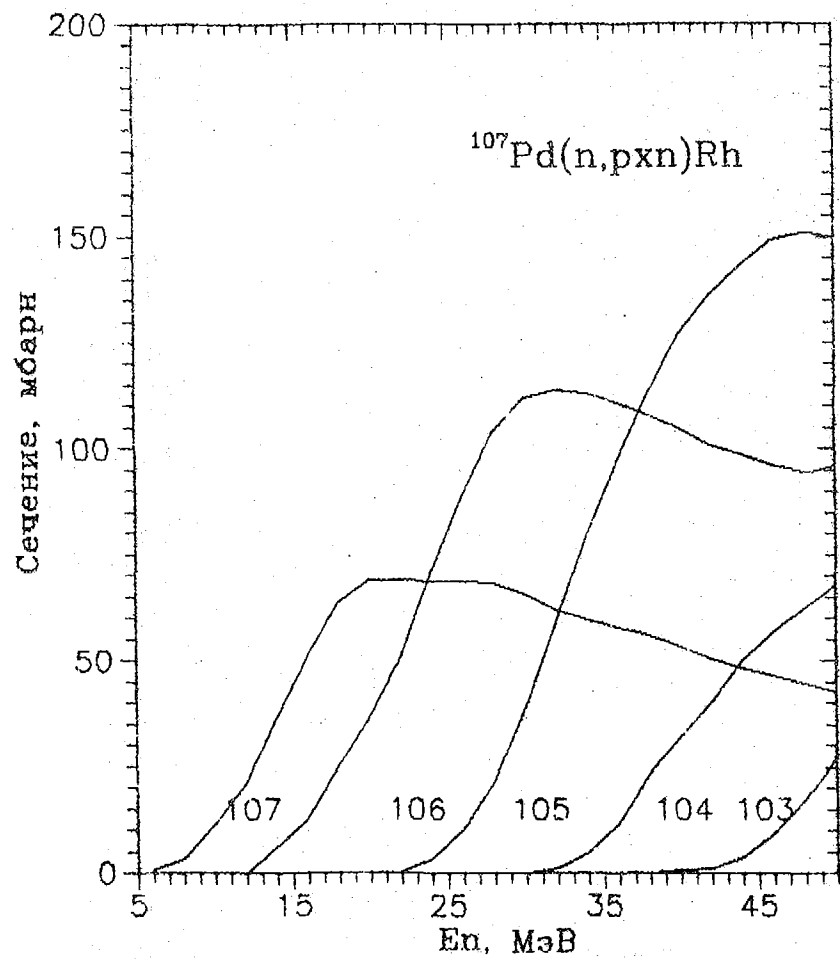


Рис. 25. Функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n,pxn)\text{Rh}$

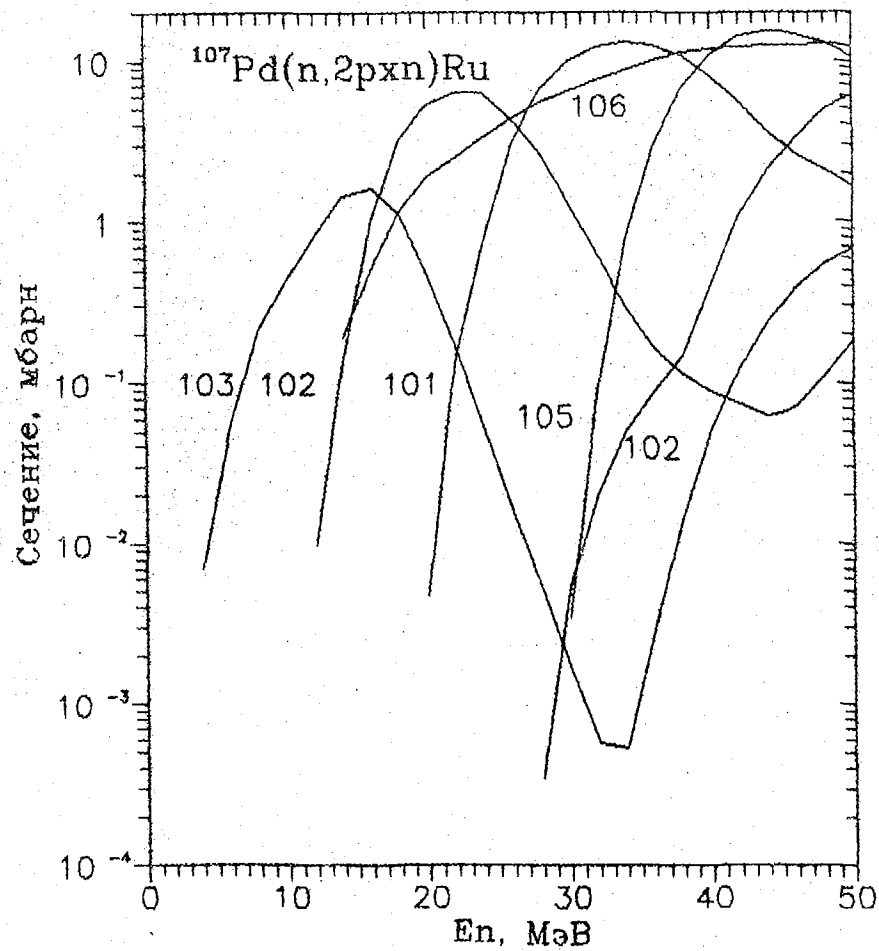


Рис. 26. Функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n,2pxn)\text{Ru}$

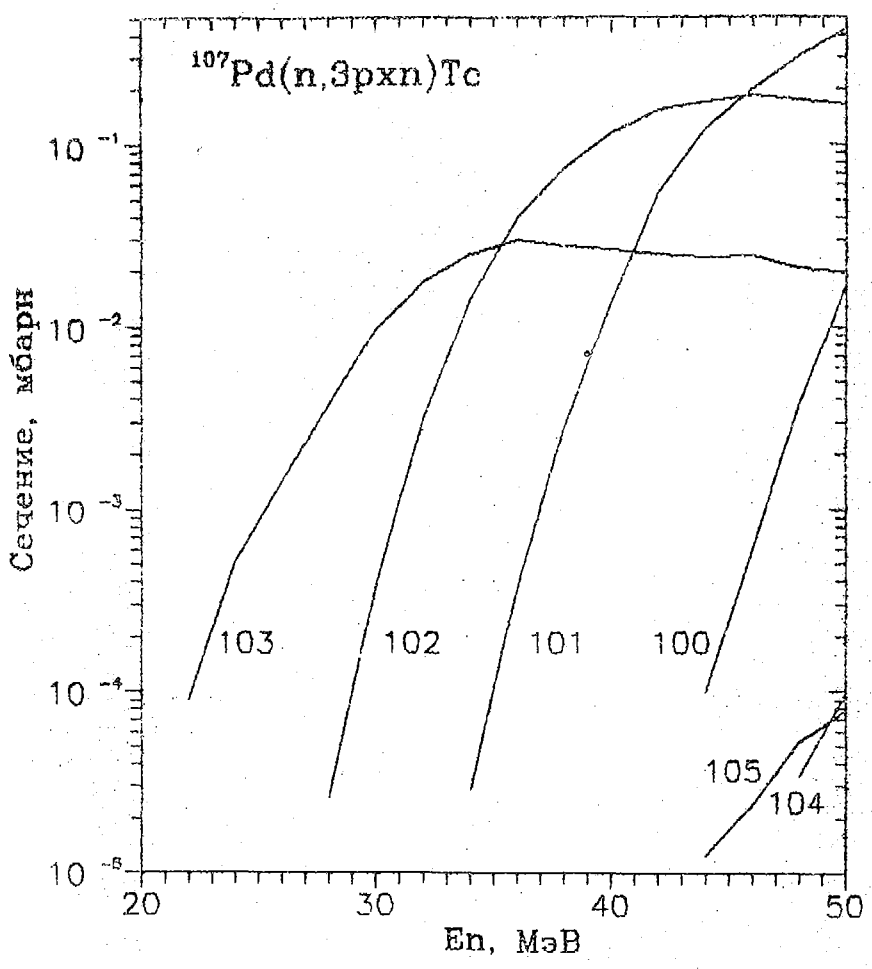


Рис. 27. Функции возбуждения реакции $^{107}\text{Pd}(n,3pxn)\text{Tc}$

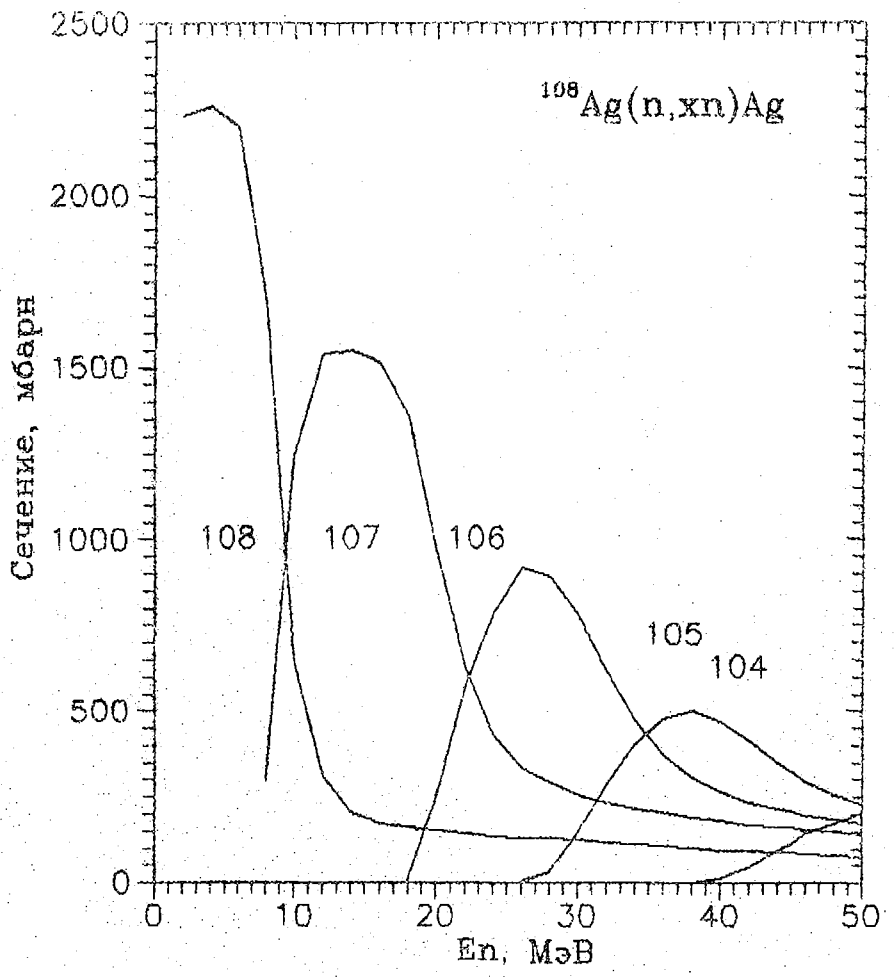


Рис. 28. Функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n,xn)\text{Ag}$

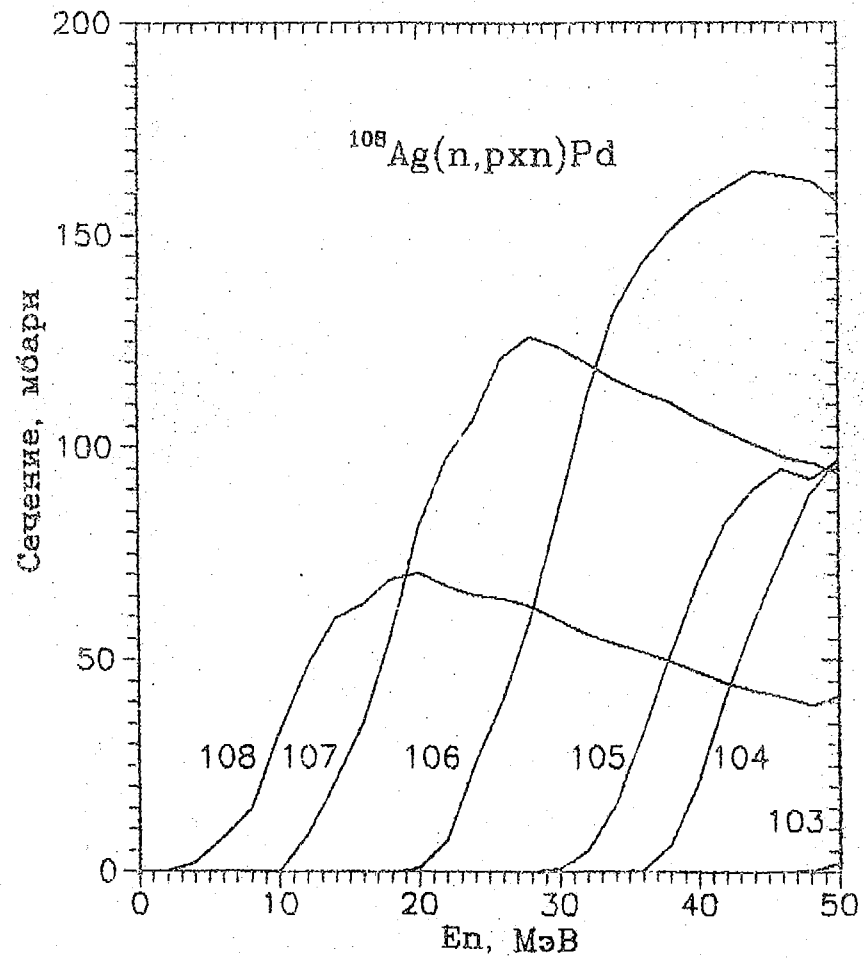


Рис. 29. Функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n, pxn)\text{Pd}$

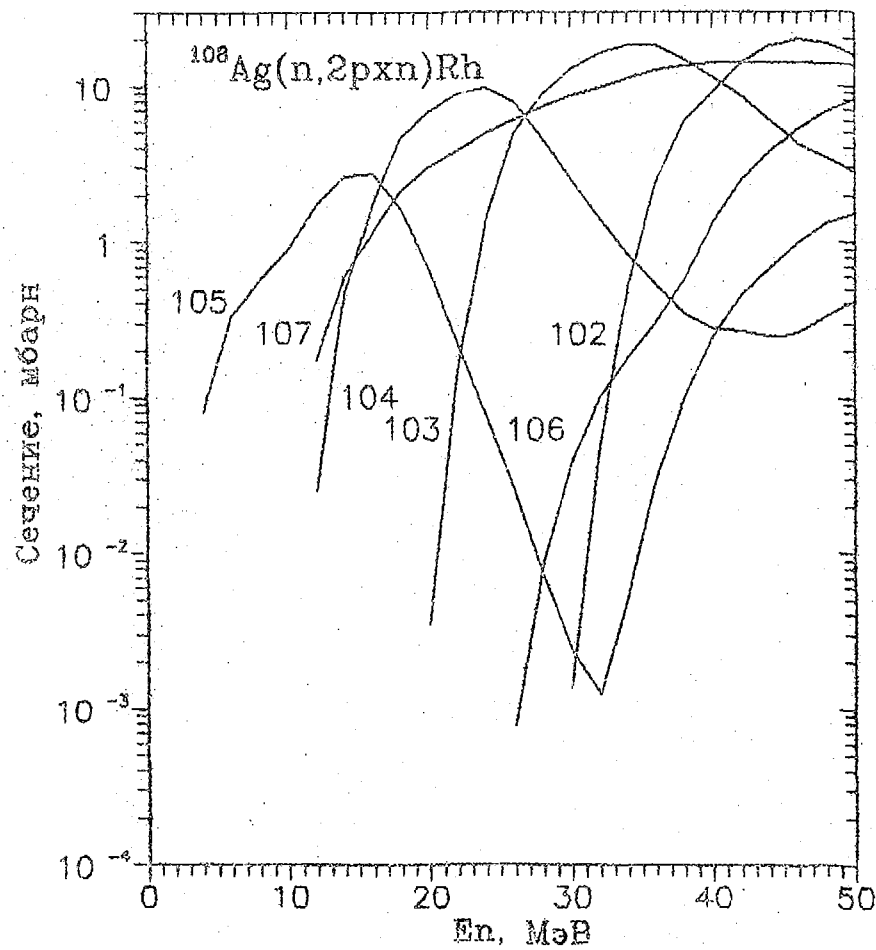


Рис. 30. Функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n, 2pxn)\text{Rh}$

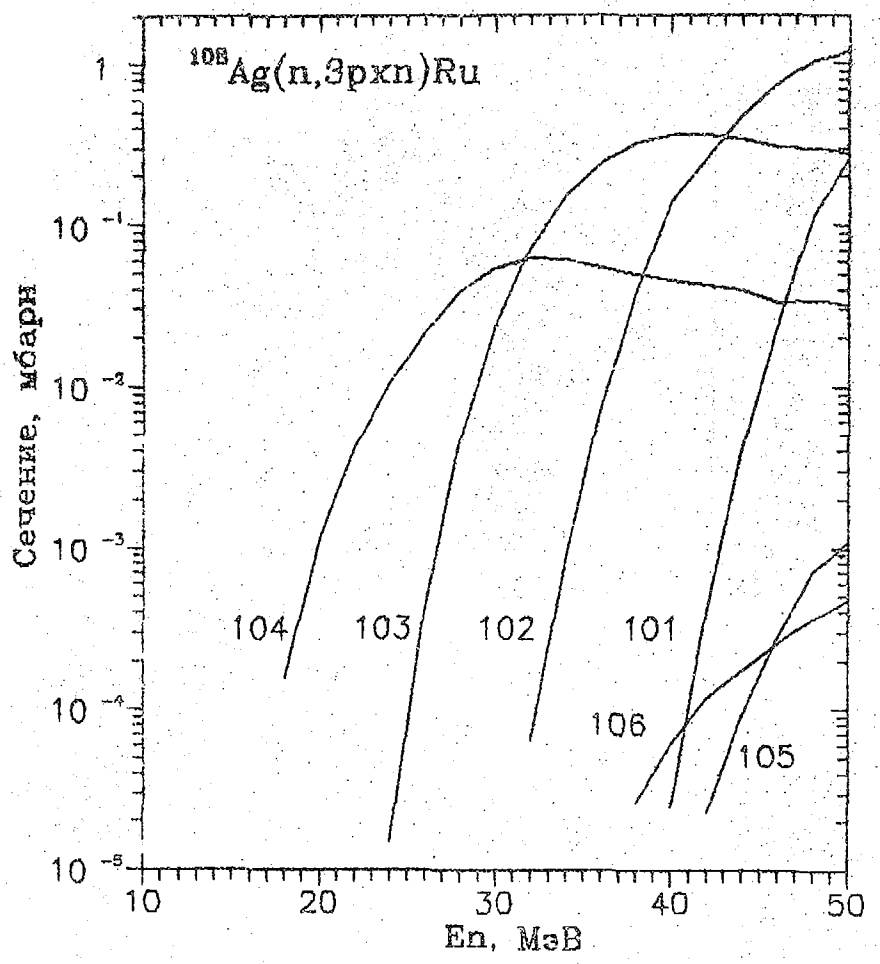


Рис. 31. Функции возбуждения реакции $^{108}\text{Ag}(n,3pxn)\text{Ru}$

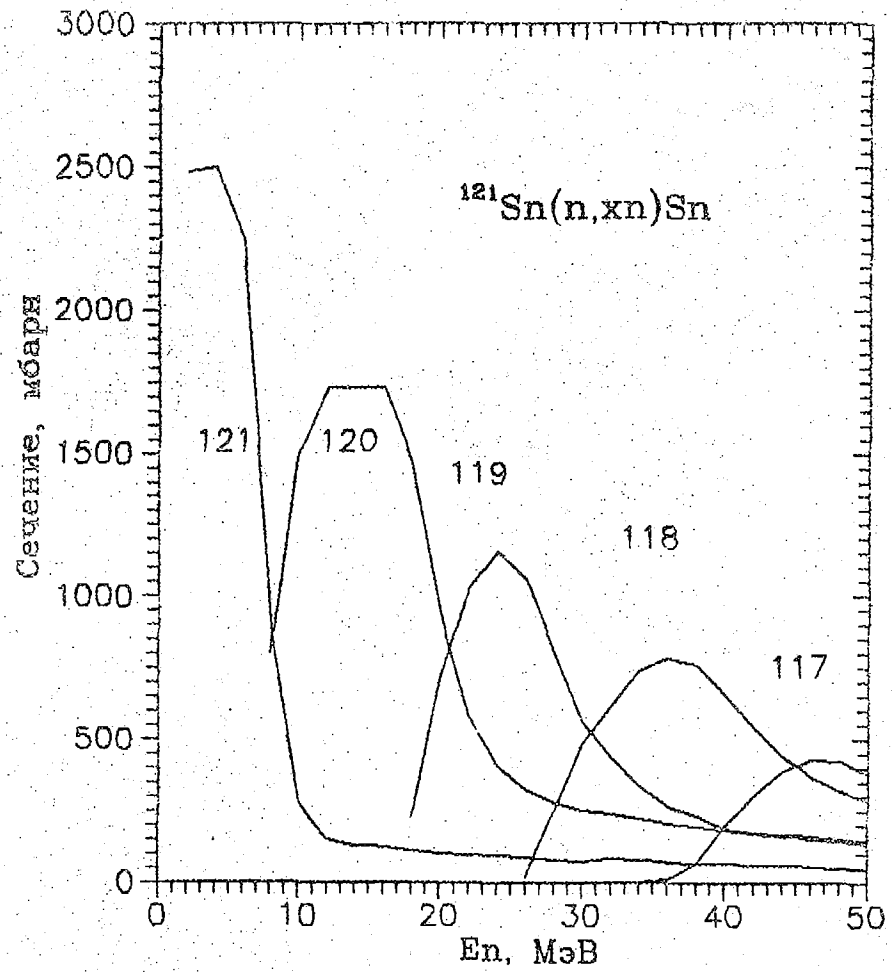


Рис. 32. Функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n,xn)\text{Sn}$

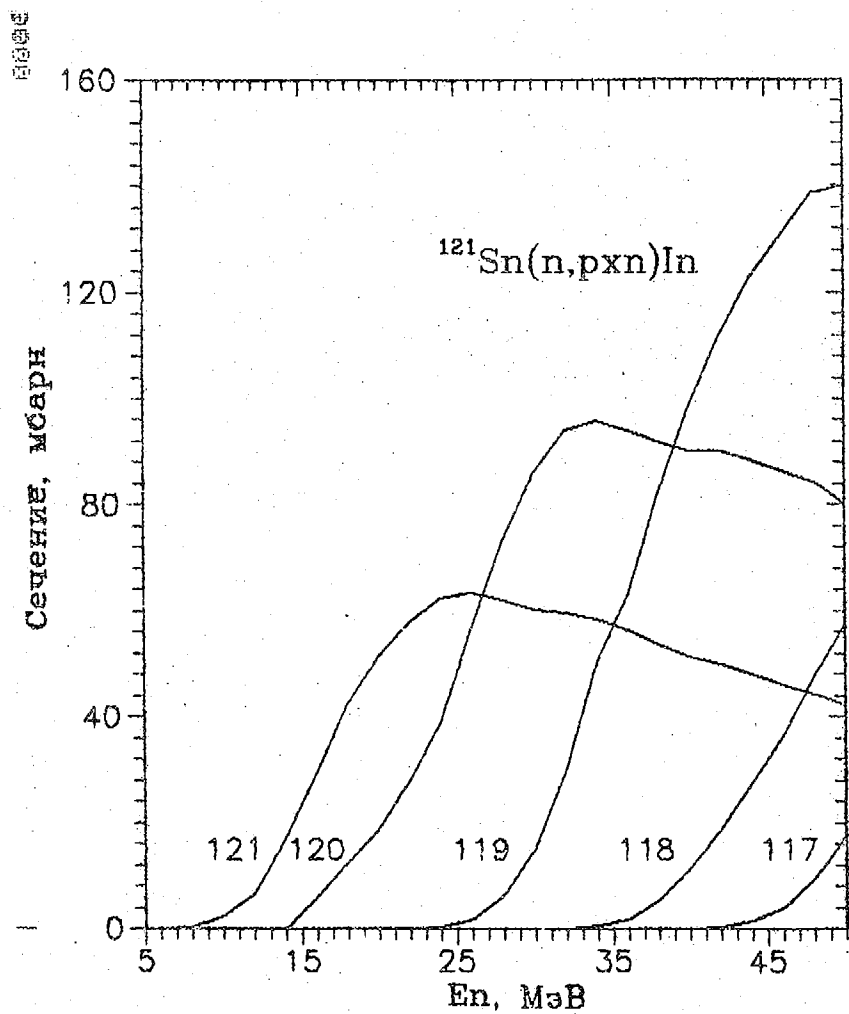


Рис. 33. Функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n,pxn)\text{In}$

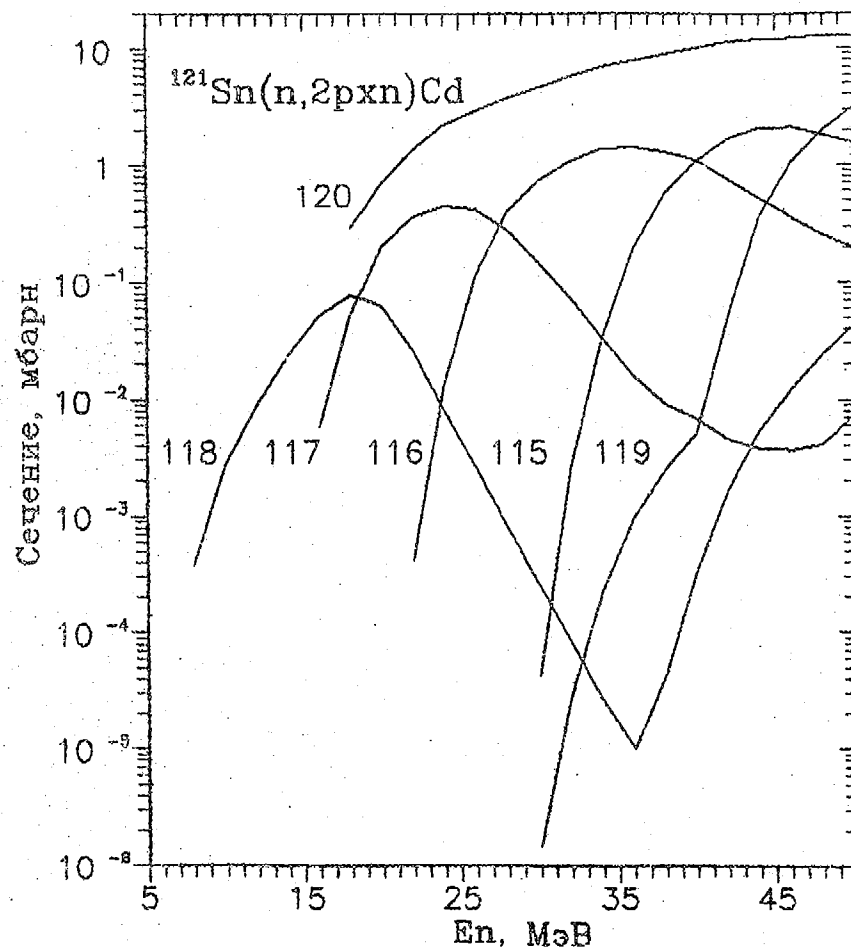


Рис. 34. Функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n,2pxn)\text{Cd}$

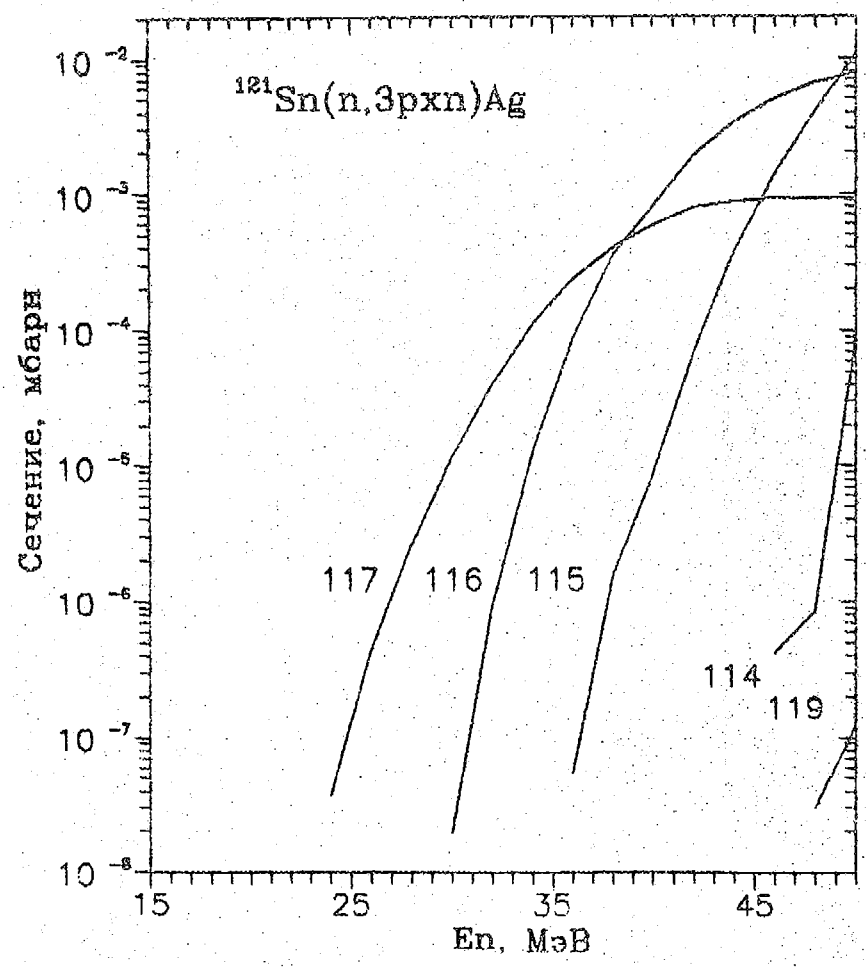


Рис. 35. Функции возбуждения реакции $^{121}\text{Sn}(n, 3pxn)\text{Ag}$.

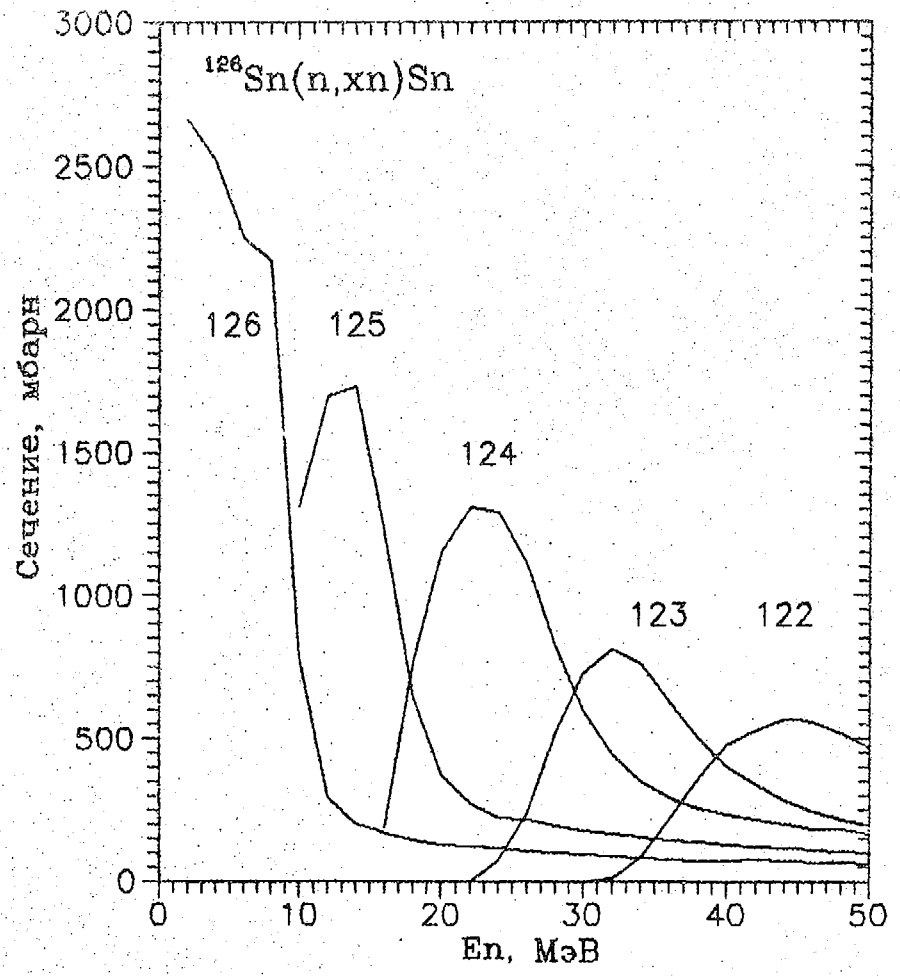


Рис. 36. Функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, xn)\text{Sn}$.

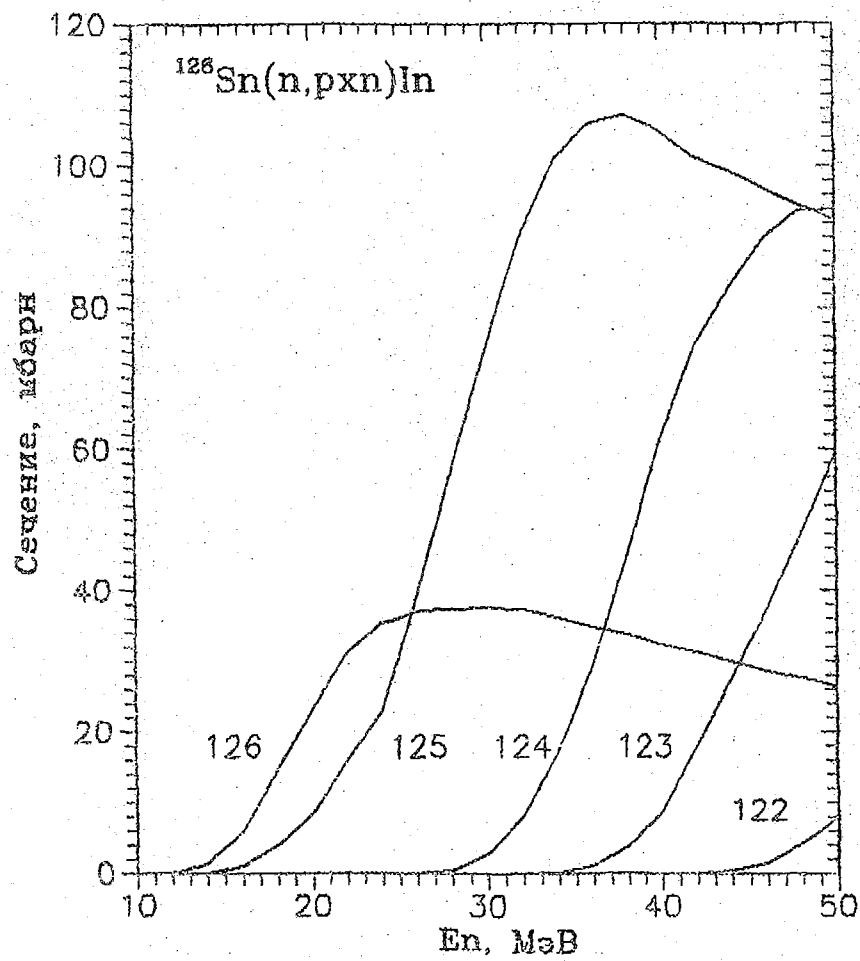


Рис. 37. Функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, pxn)\text{In}$

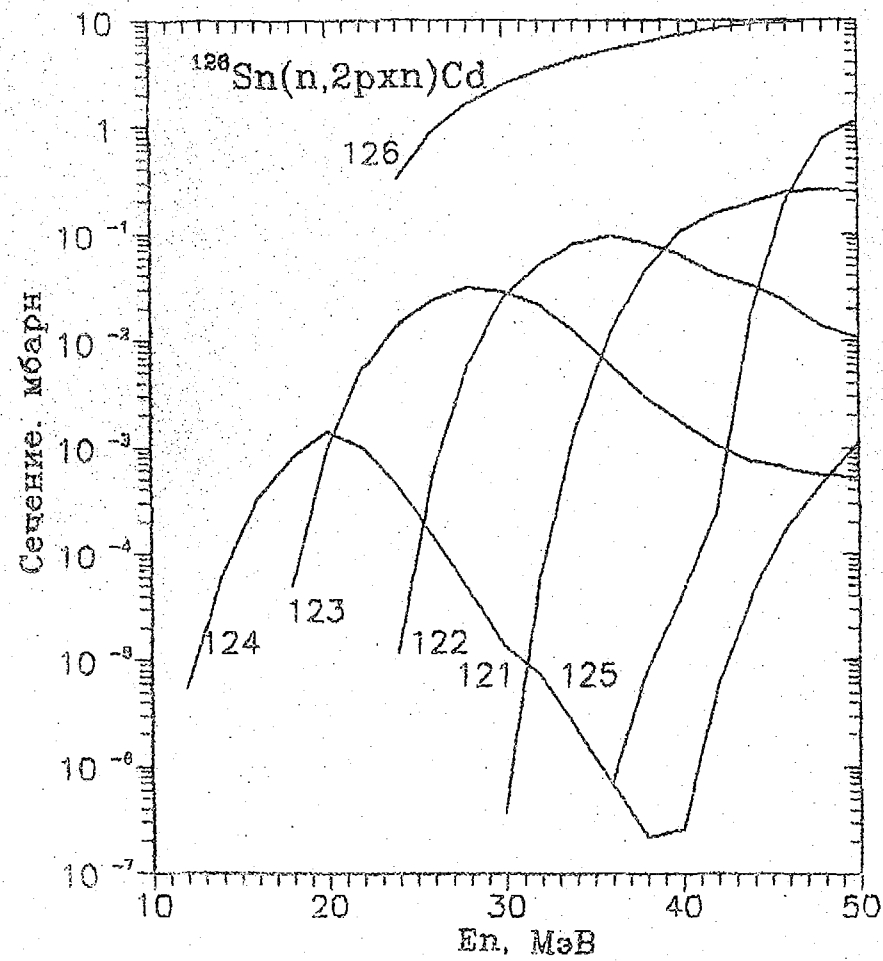


Рис. 38. Функции возбуждения реакции $^{126}\text{Sn}(n, 2pxn)\text{Cd}$

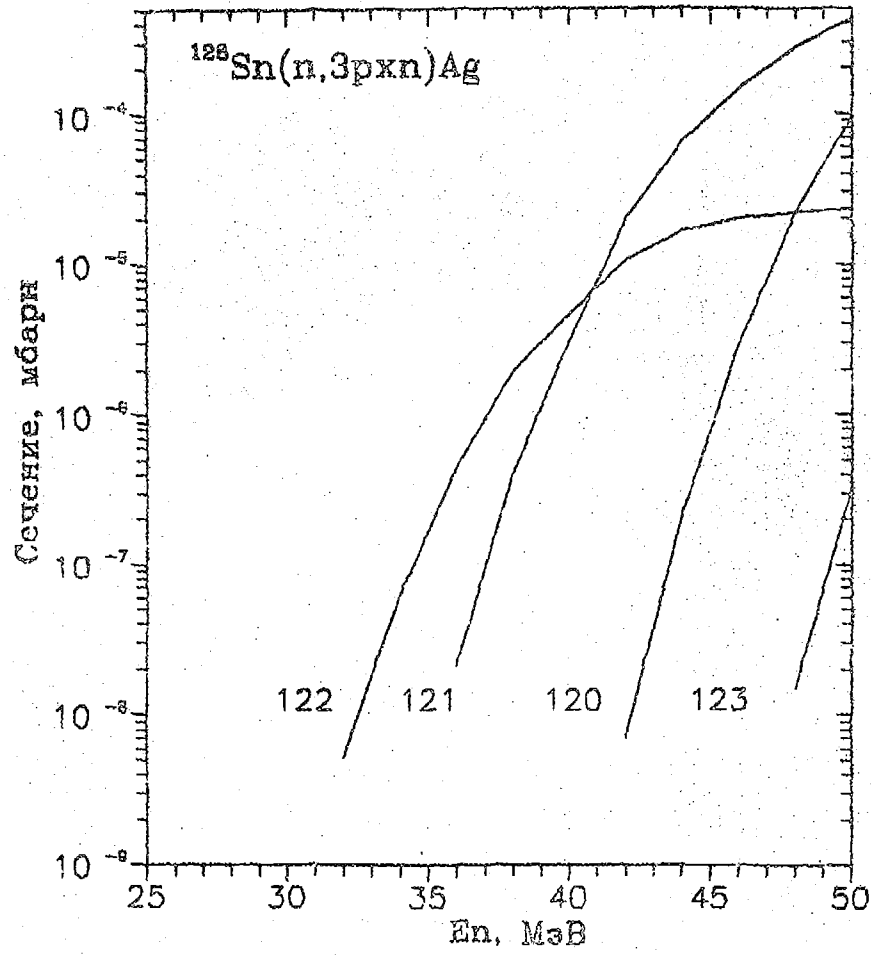


Рис. 39. Функции возбуждения реакции $^{128}\text{Sn}(n, 3pxn)\text{Ag}$

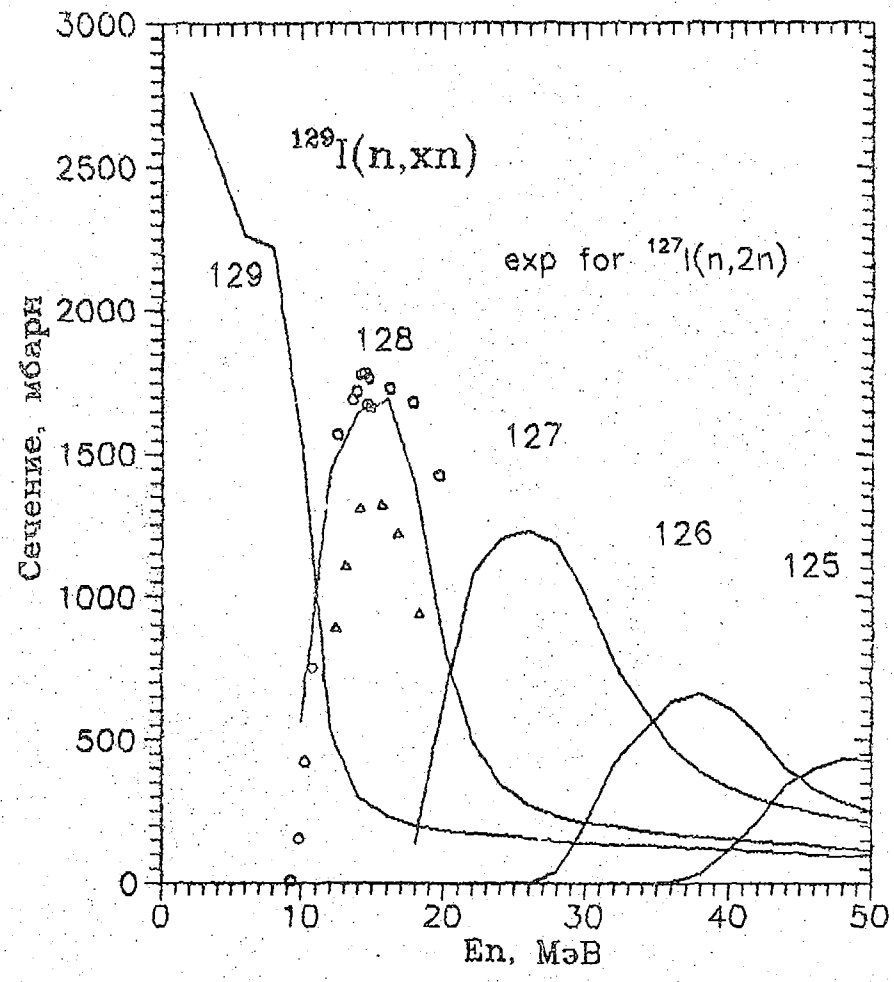


Рис. 40. Функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, xn)$

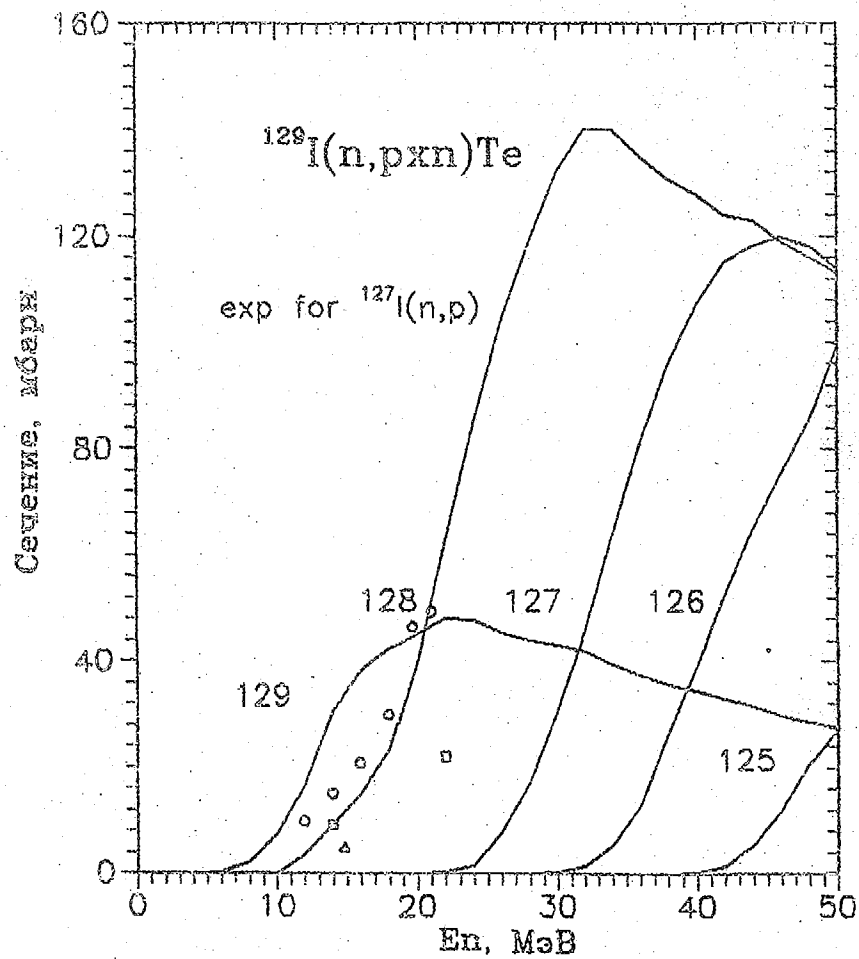


Рис. 41. Функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, pxn)\text{Te}$

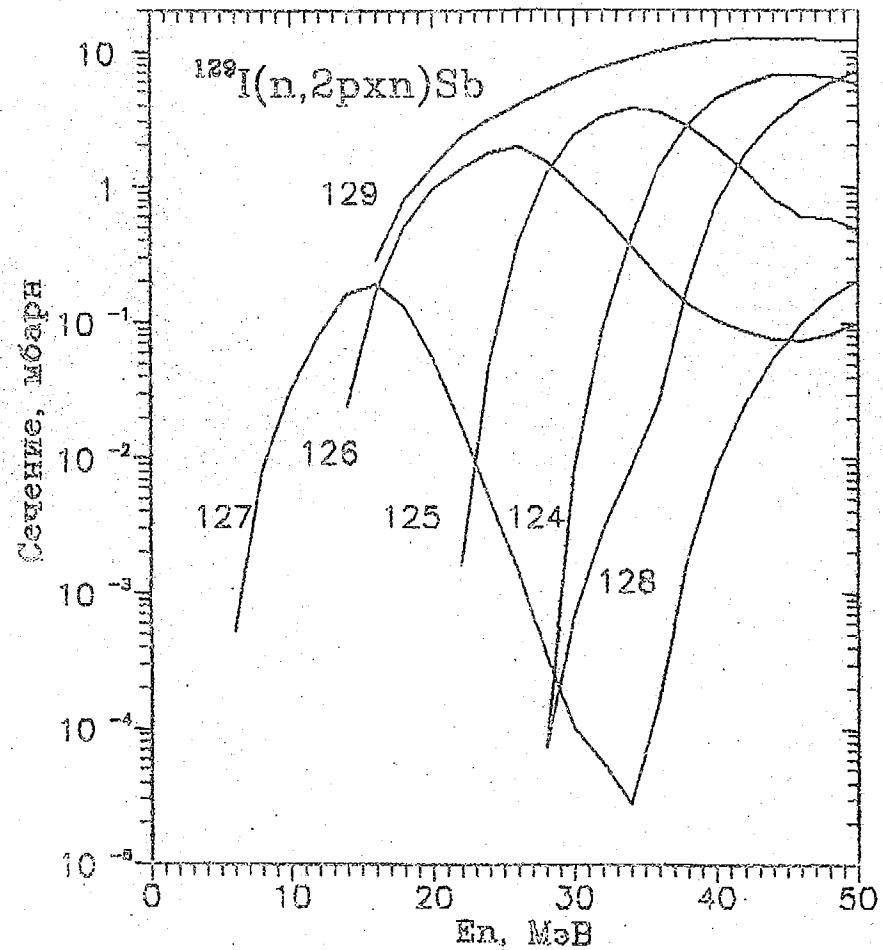


Рис. 42. Функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, 2pxn)\text{Sb}$

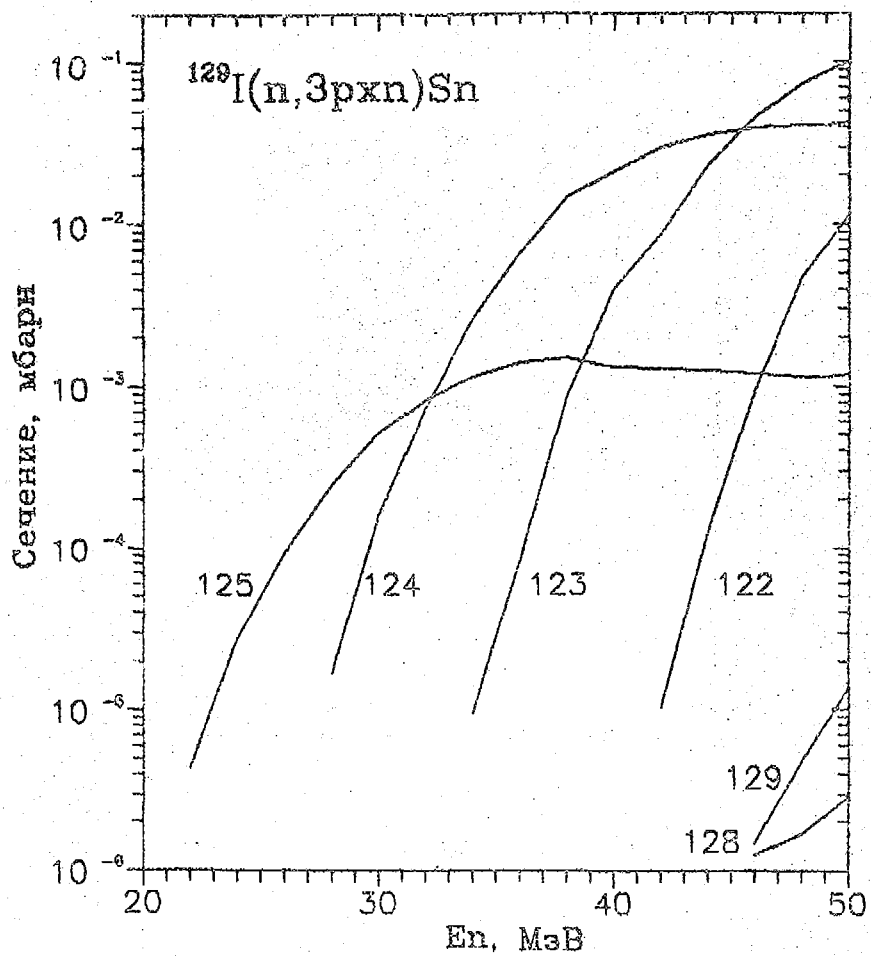


Рис. 43. Функции возбуждения реакции $^{129}\text{I}(n, 3pxn)\text{Sn}$

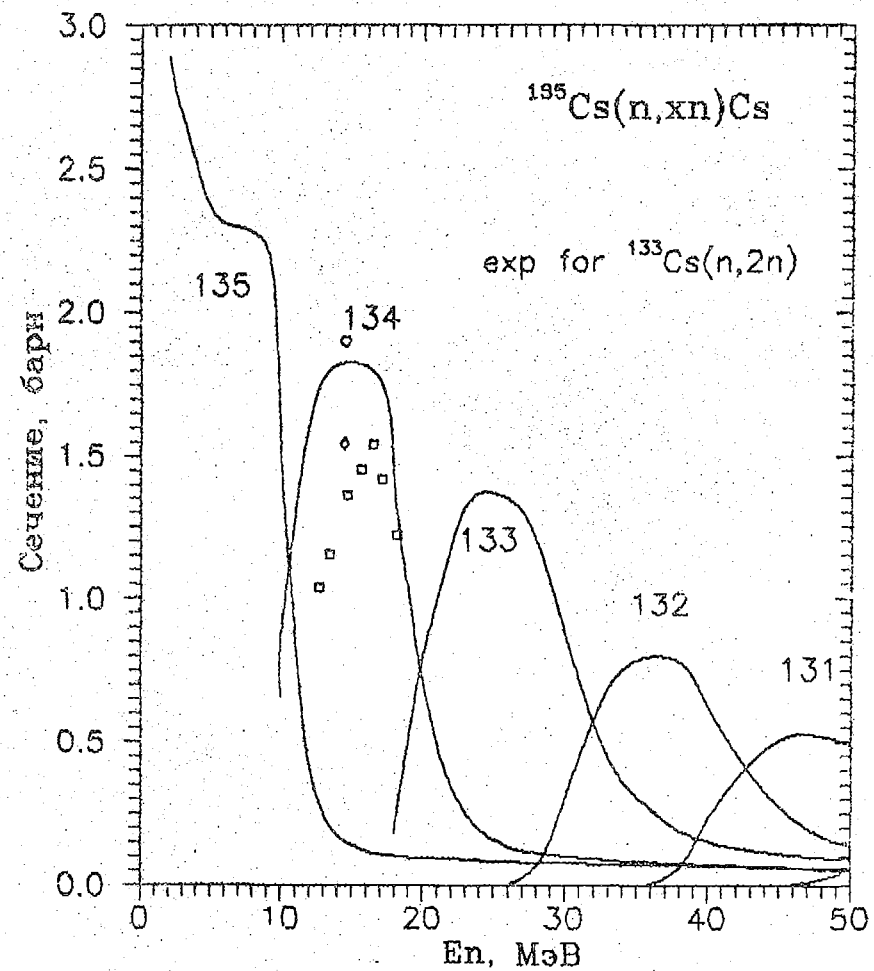


Рис. 44. Функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, xn)\text{Cs}$

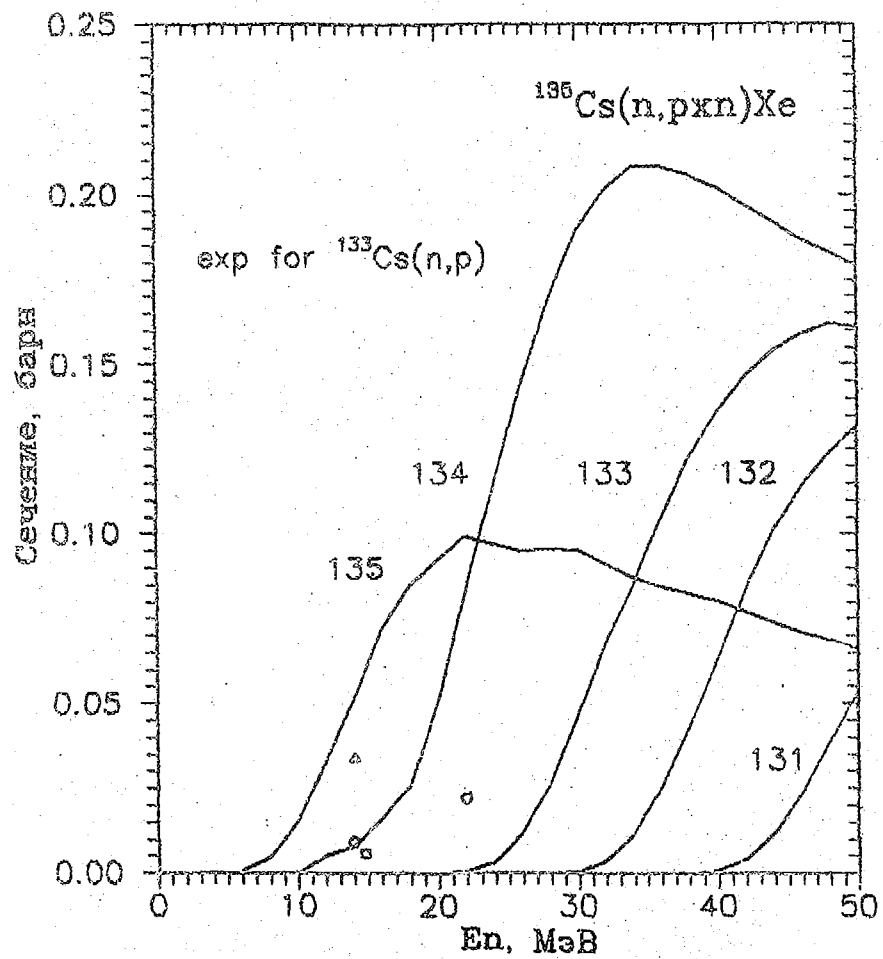


Рис. 45. Функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, p_x n)\text{Xe}$

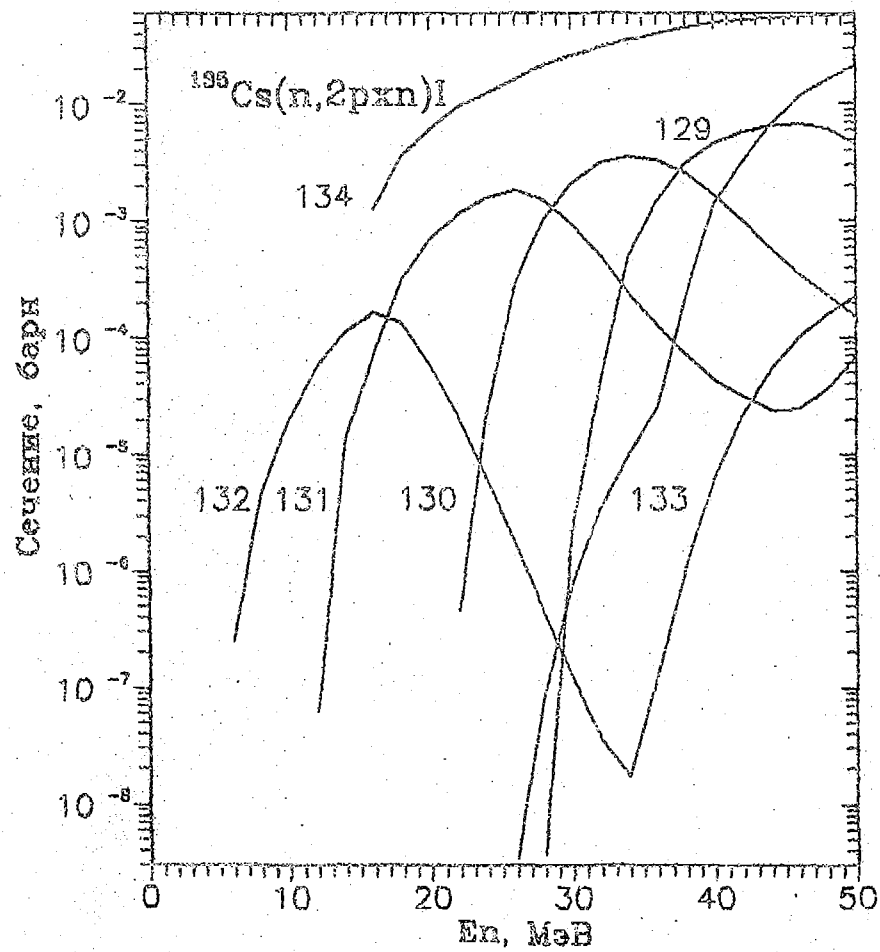


Рис. 46. Функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n, 2p_x n)\text{I}$

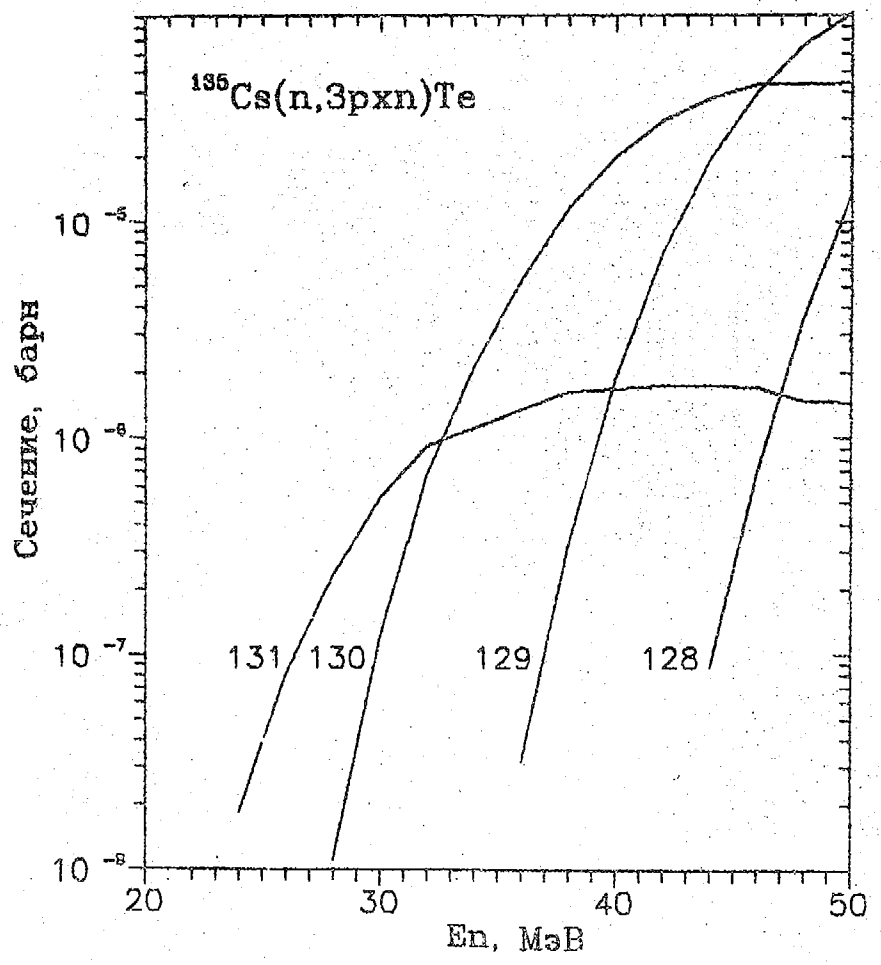


Рис. 47. Функции возбуждения реакции $^{135}\text{Cs}(n,3pxn)\text{Te}$

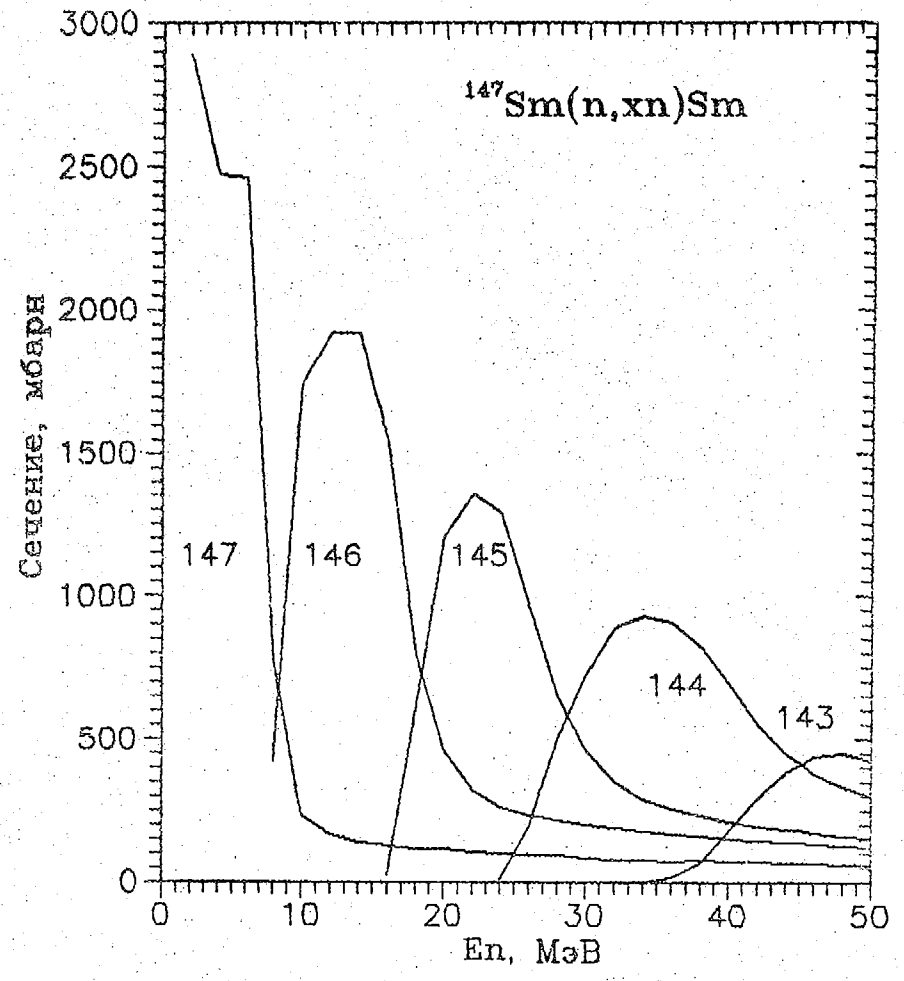


Рис. 48. Функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n,xn)\text{Sm}$

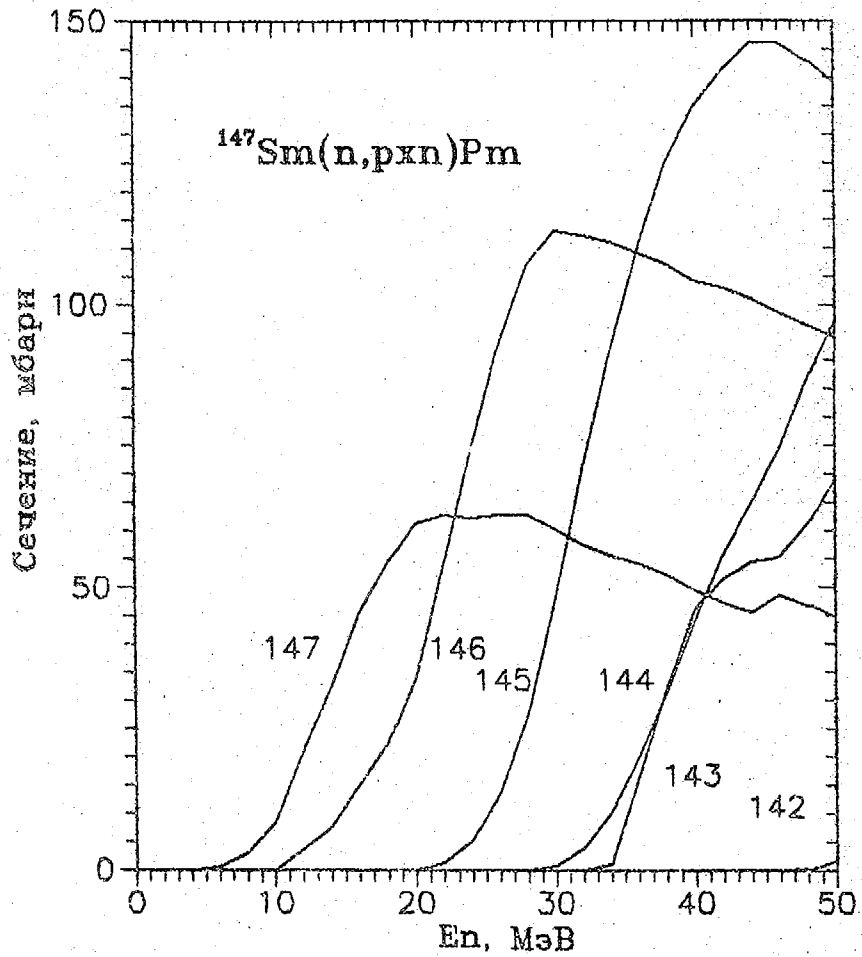


Рис. 49. Функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n,pxn)\text{Pm}$

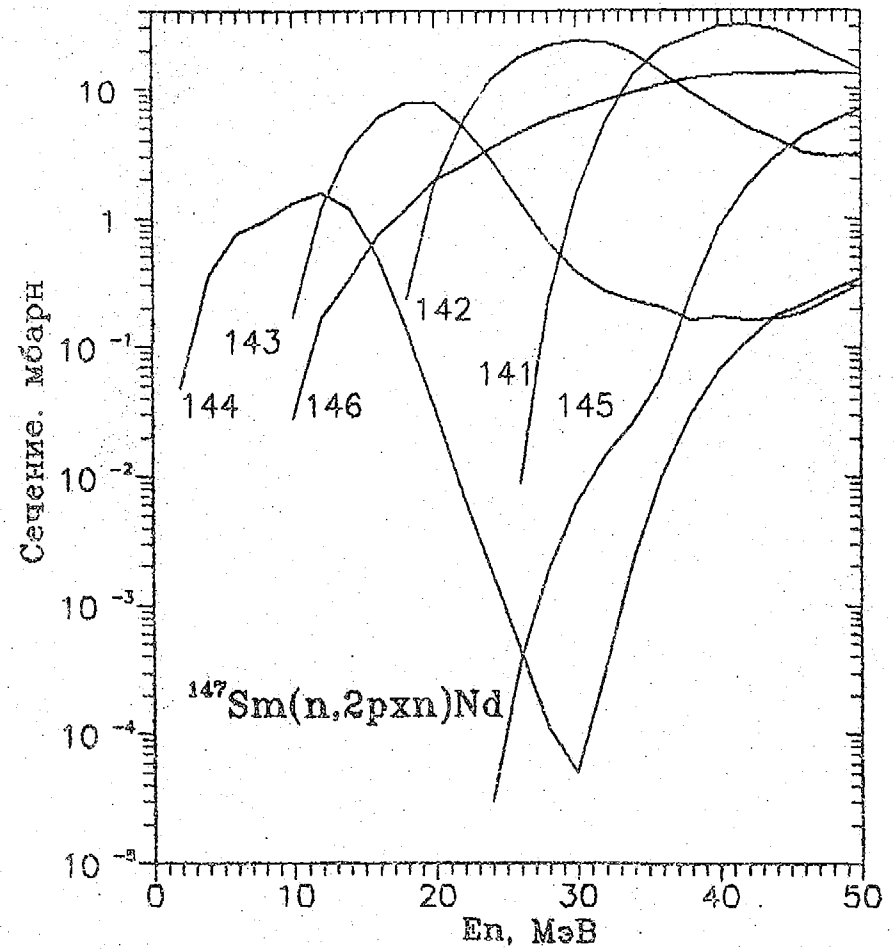


Рис. 50. Функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n,2pxn)\text{Nd}$

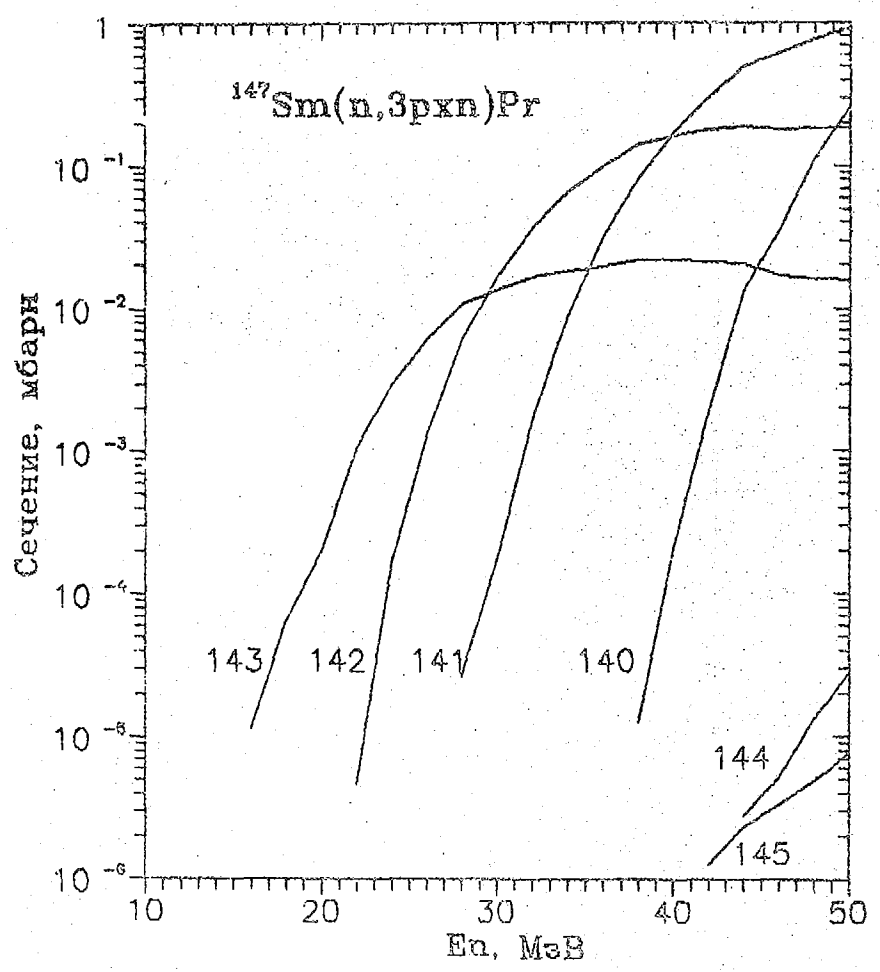


Рис. 51. Функции возбуждения реакции $^{147}\text{Sm}(n, 3pxn)\text{Pr}$

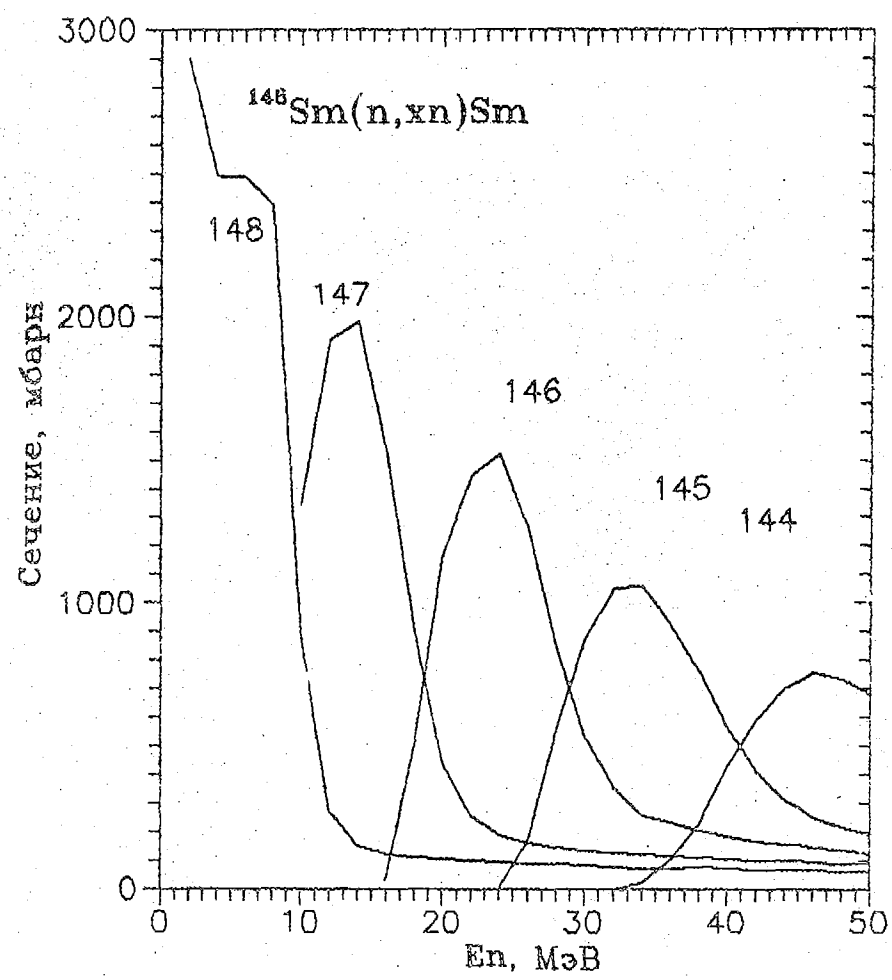


Рис. 52. Функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, xn)\text{Sm}$

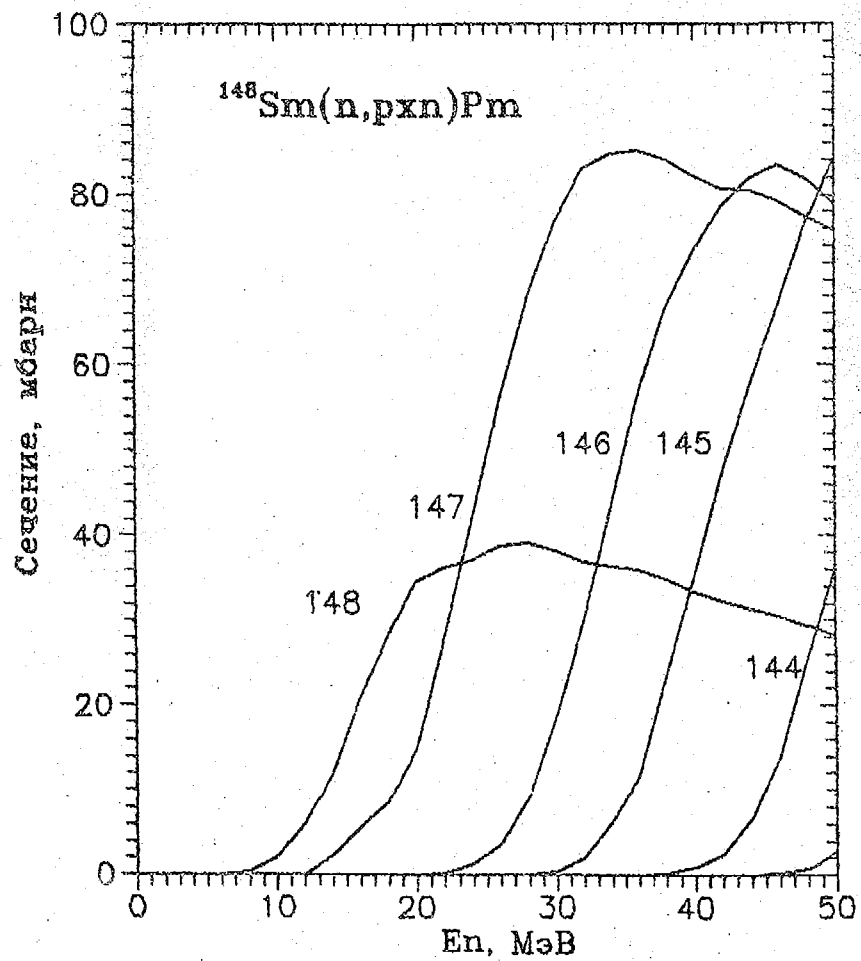


Рис. 53. Функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, pxn)\text{Pm}$

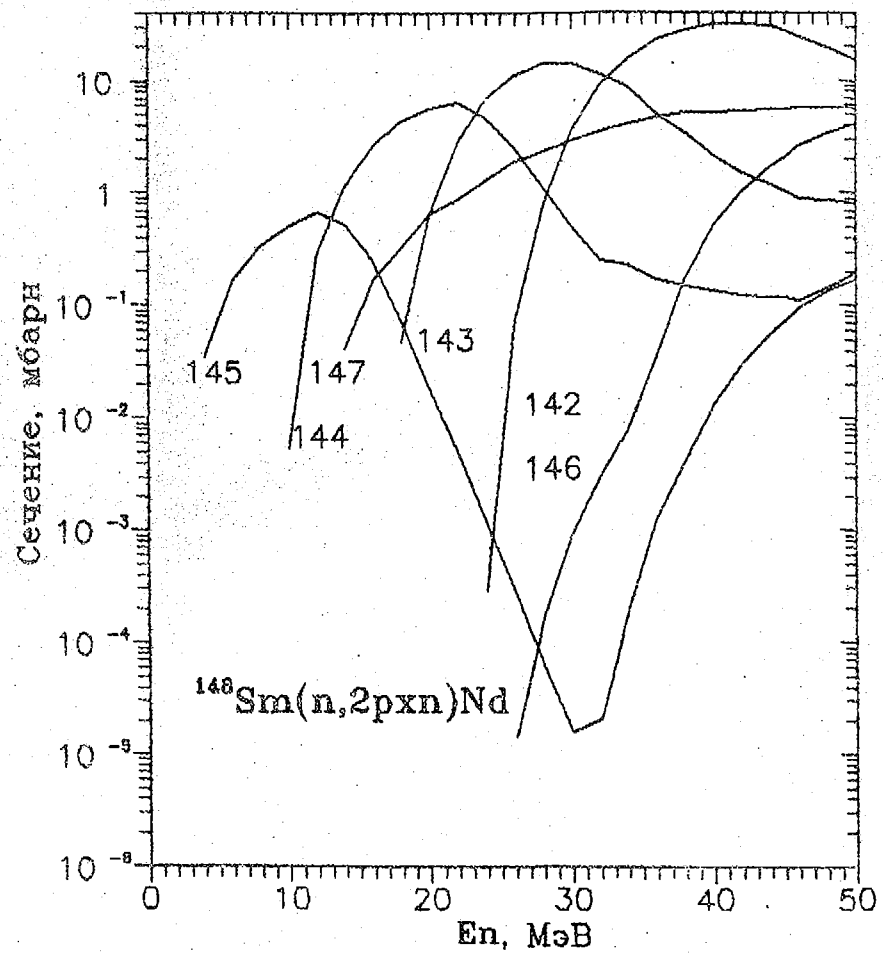


Рис. 54. Функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, 2pxn)\text{Nd}$

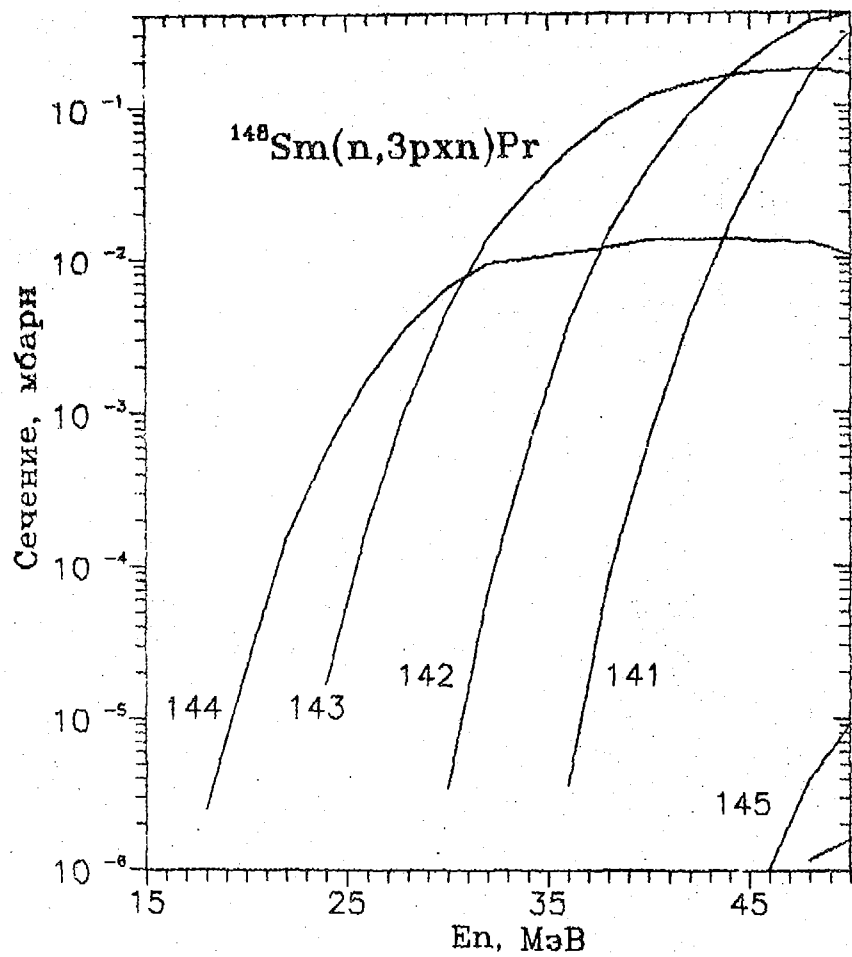


Рис. 55. Функции возбуждения реакции $^{148}\text{Sm}(n, 3pxn)\text{Pr}$

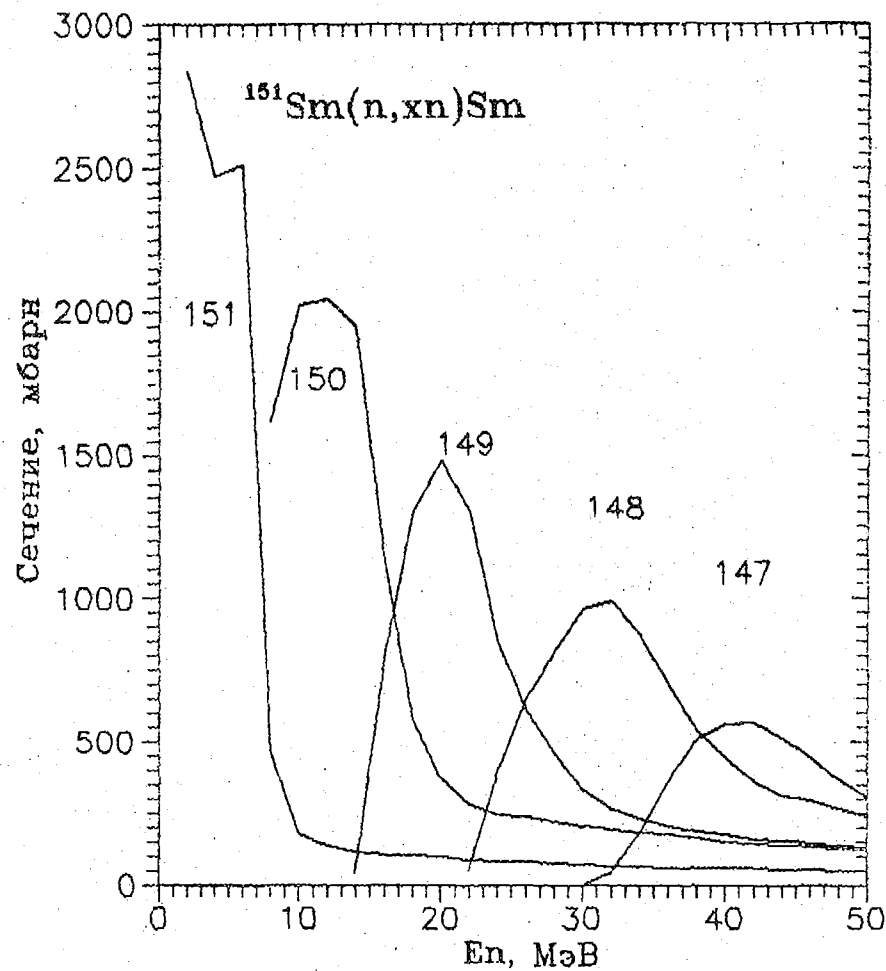


Рис. 56. Функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, xn)\text{Sm}$

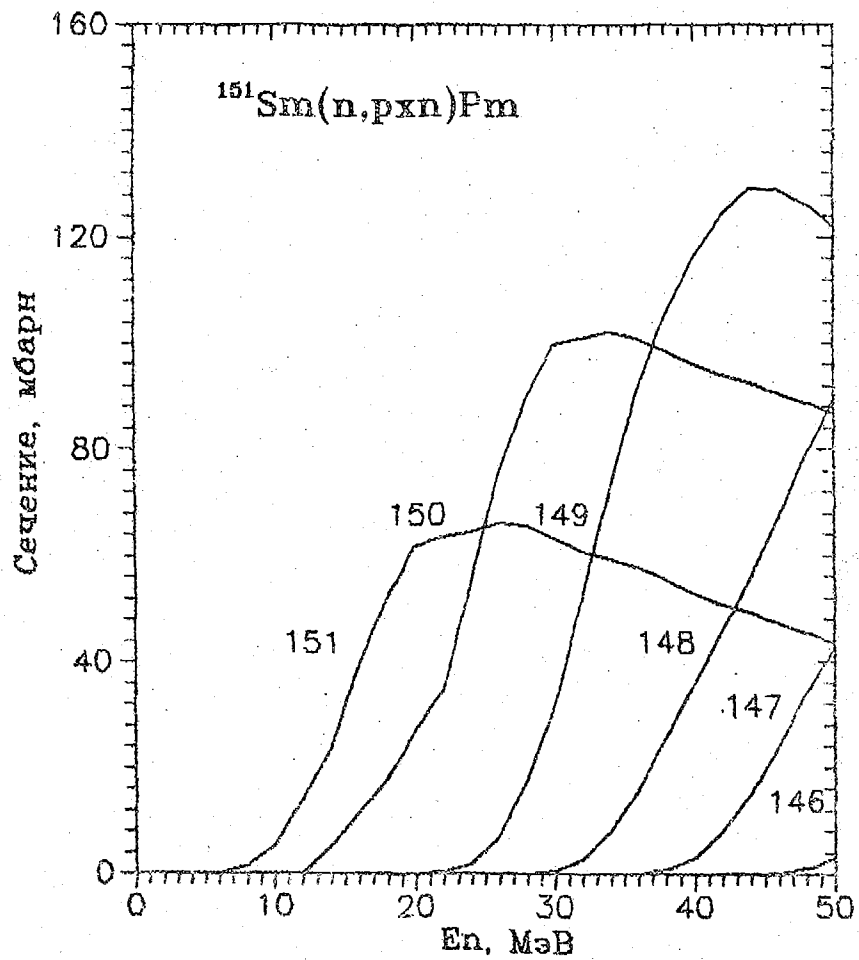


Рис. 57. Функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, pxn)\text{Pm}$

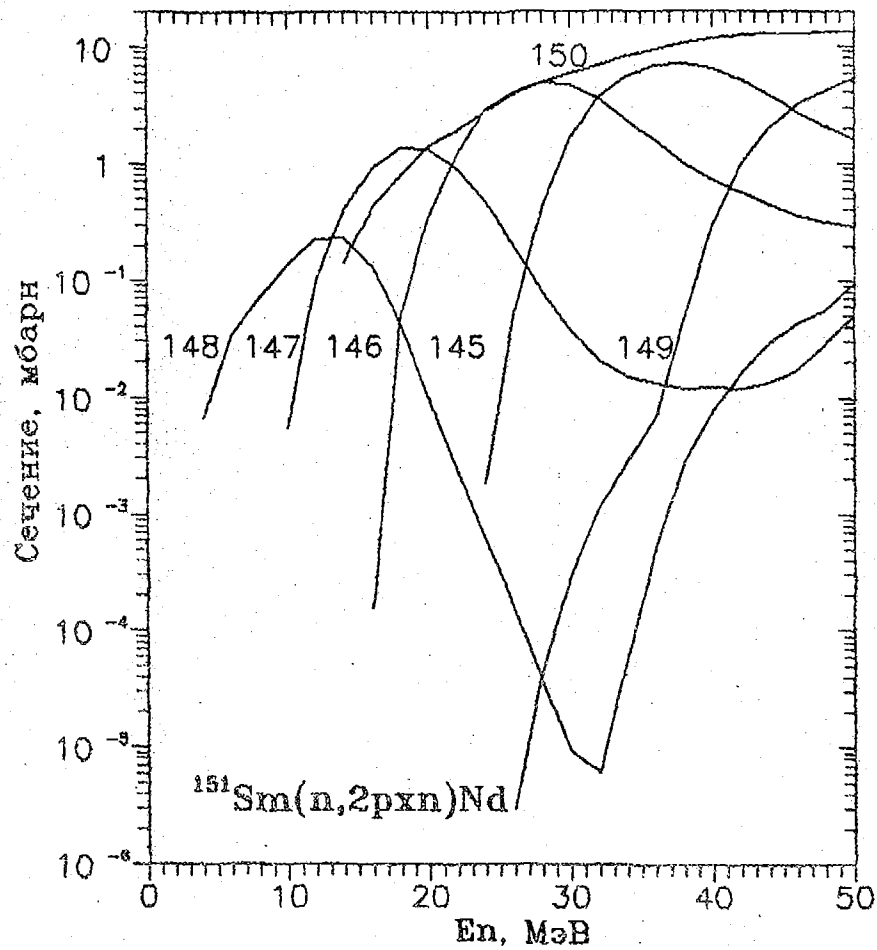


Рис. 58. Функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, 2pxn)\text{Nd}$

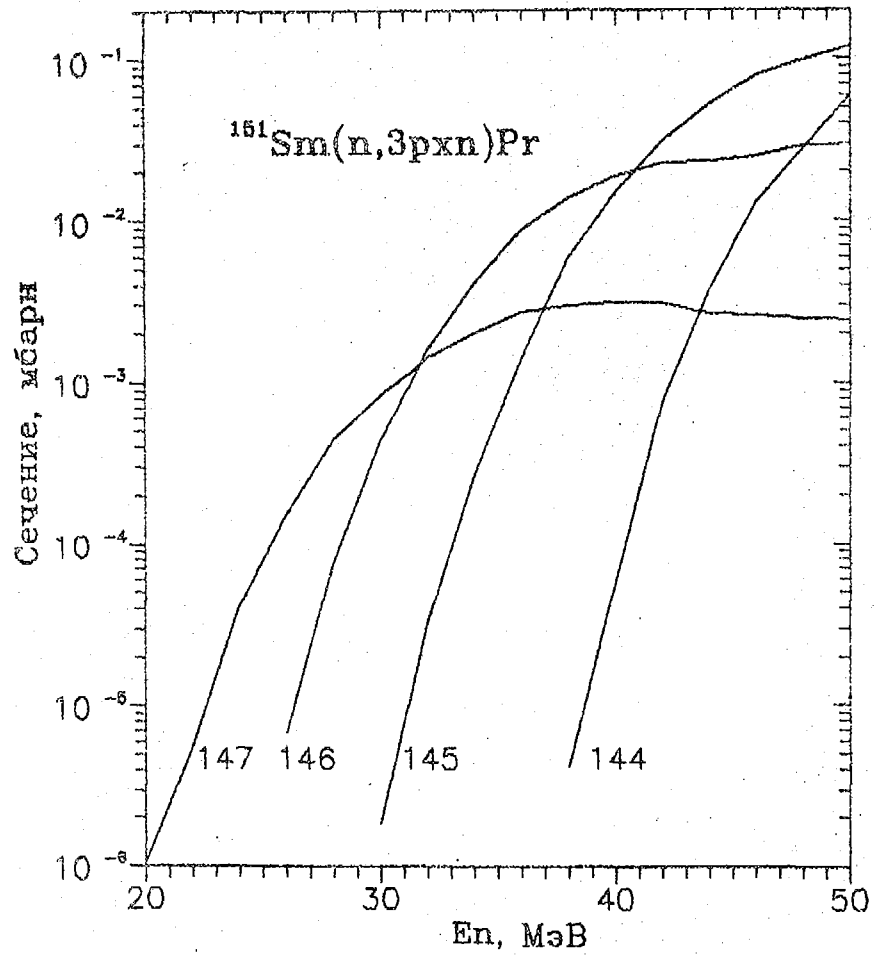


Рис. 59. Функции возбуждения реакции $^{151}\text{Sm}(n, 3pxn)\text{Pr}$

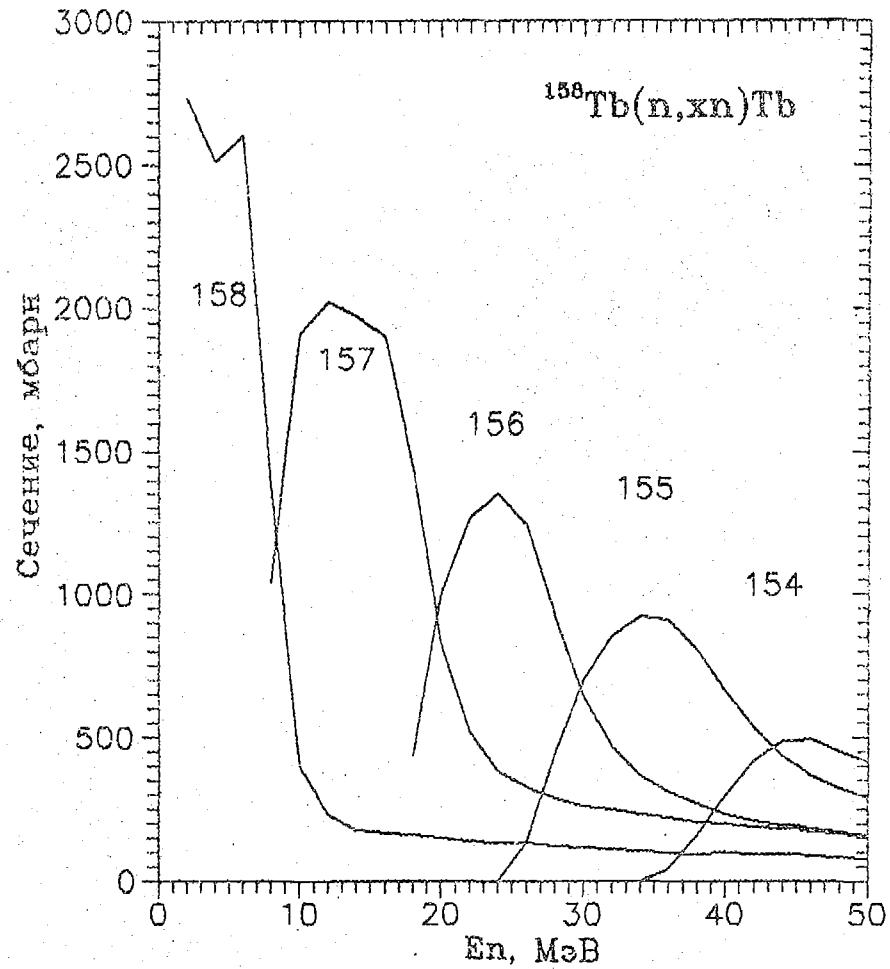


Рис. 60. Функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, xn)\text{Tb}$

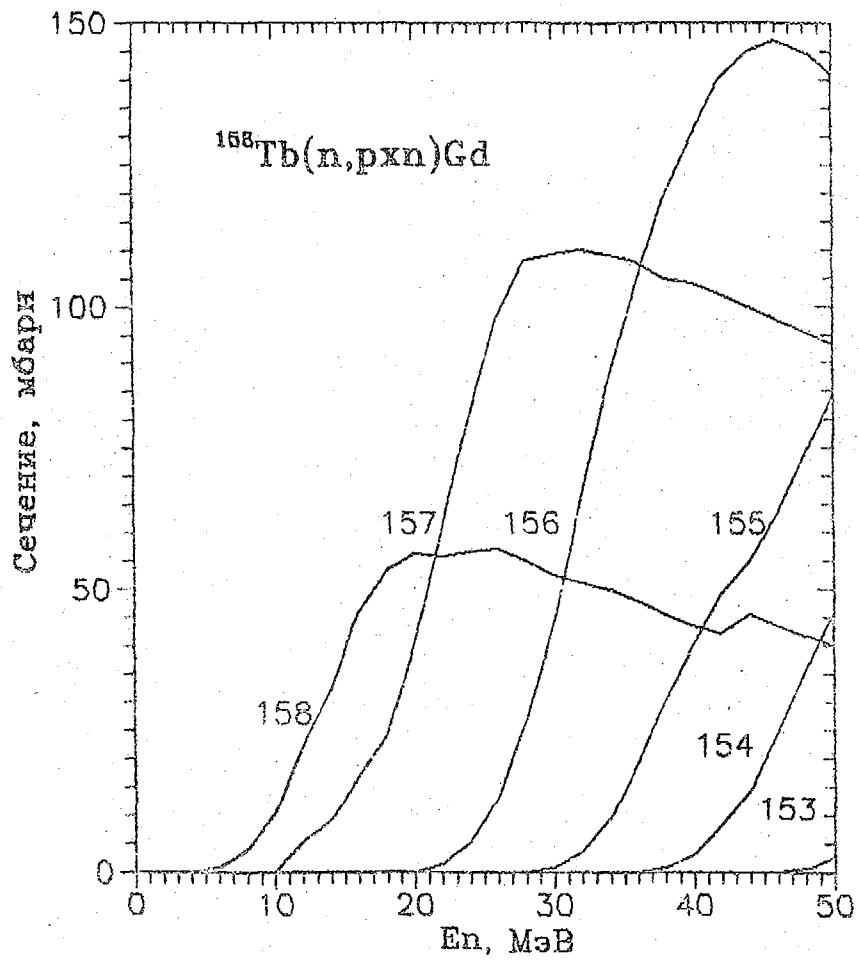


Рис. 61. Функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, pxn)\text{Gd}$

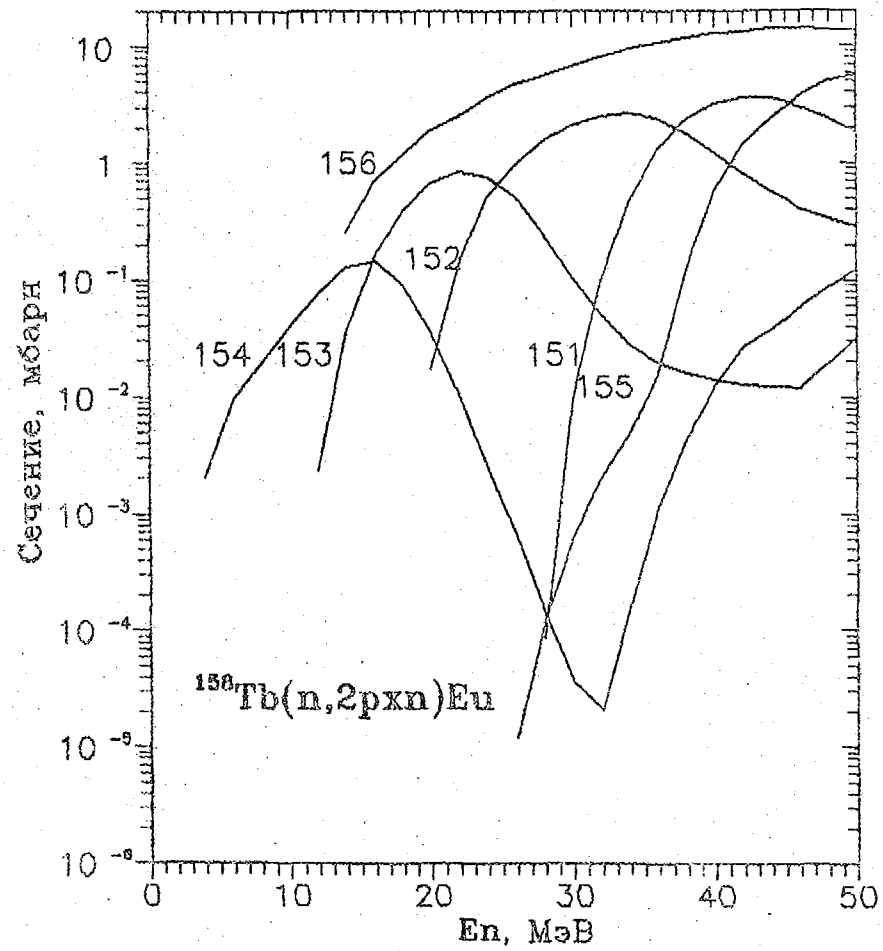


Рис. 62. Функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, 2pxn)\text{Eu}$

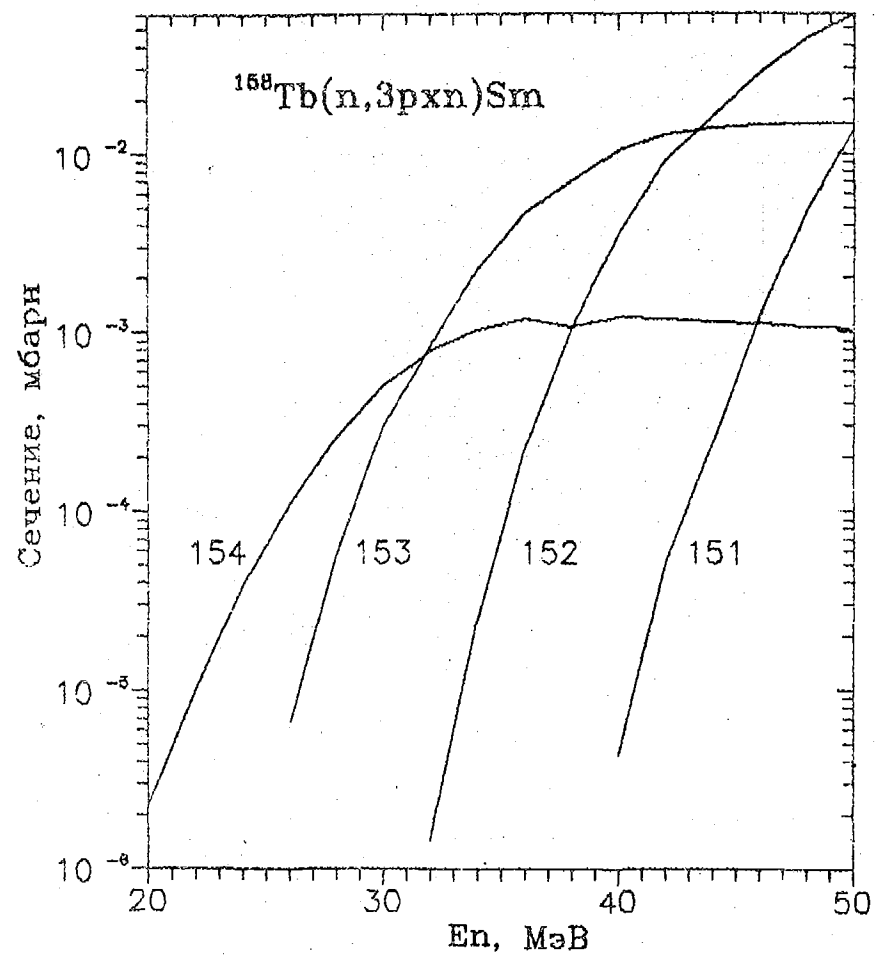


Рис. 63. Функции возбуждения реакции $^{158}\text{Tb}(n, 3pxn)\text{Sm}$

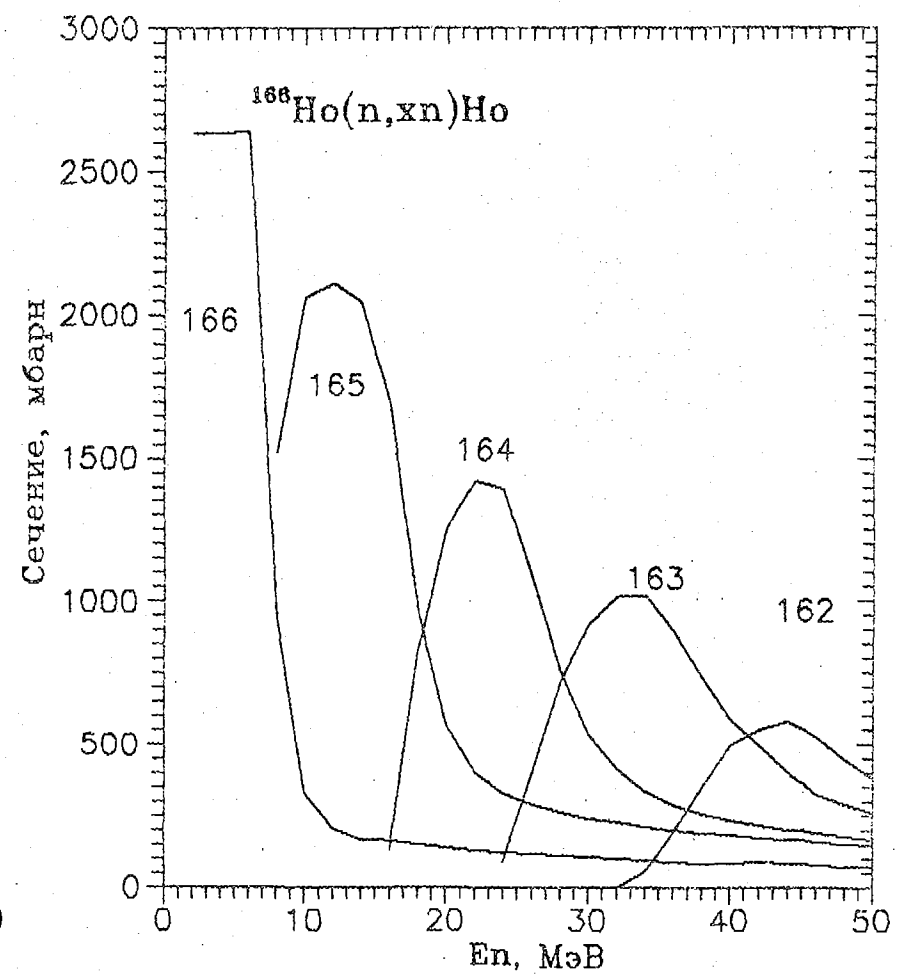


Рис. 64. Функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, xn)\text{Ho}$

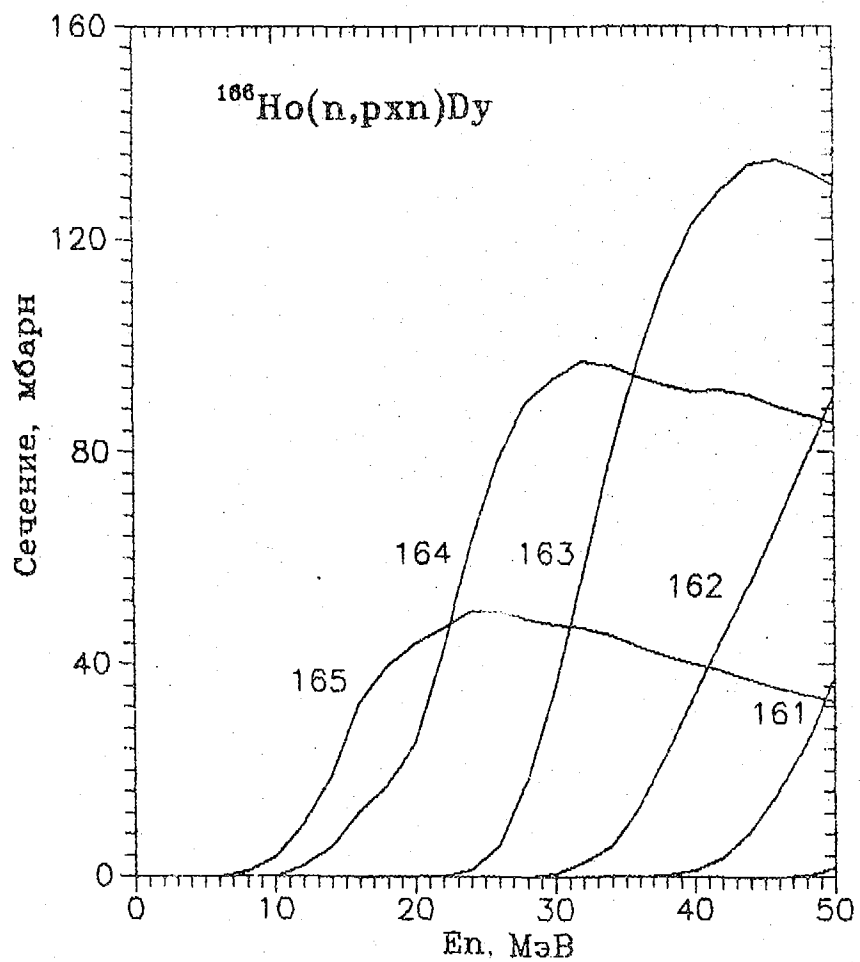


Рис. 65. Функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n,pxn)\text{Dy}$

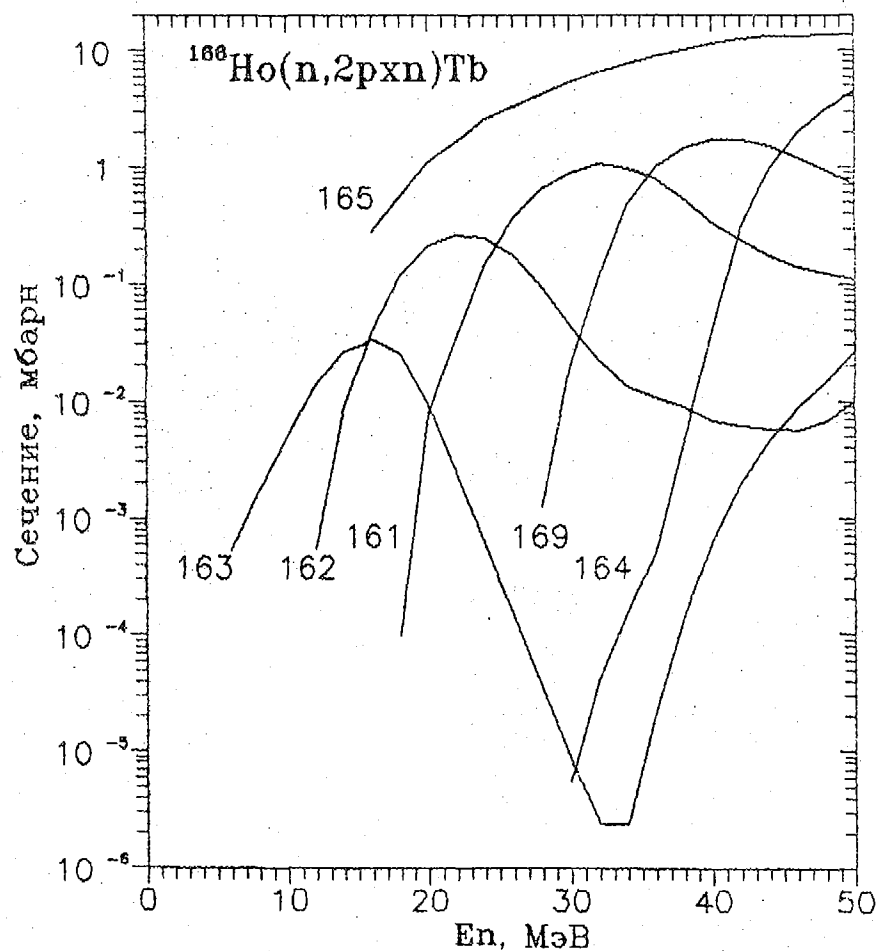


Рис. 66. Функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n,2pxn)\text{Tb}$

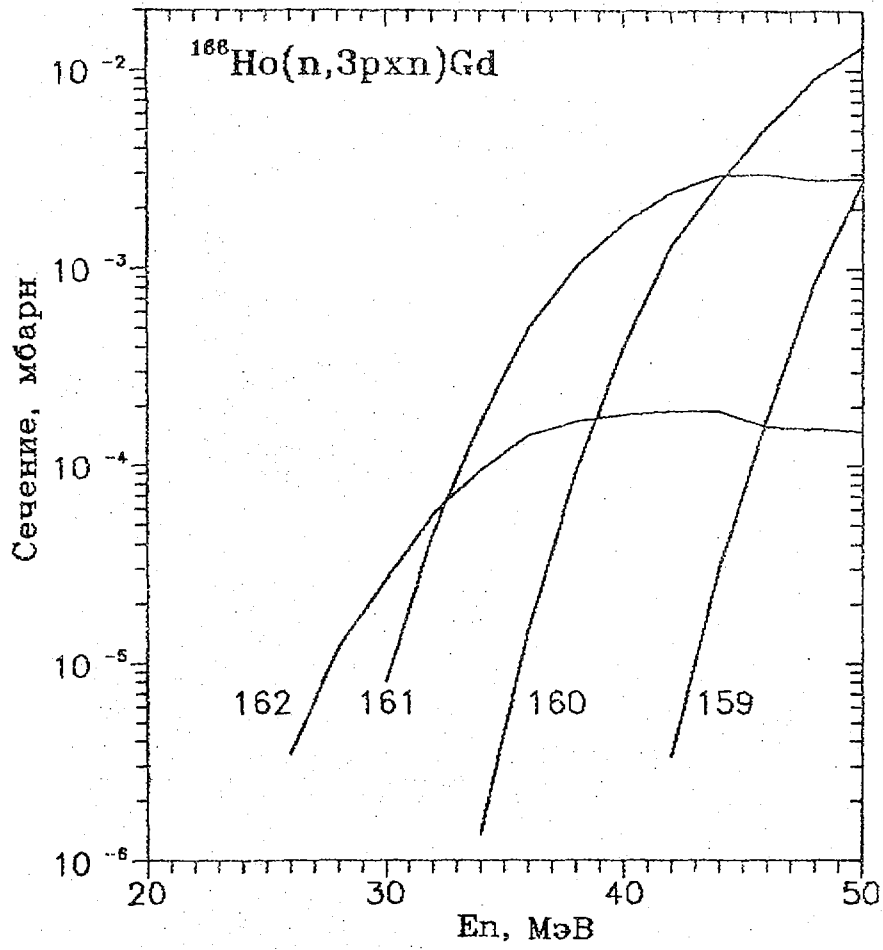


Рис. 67. Функции возбуждения реакции $^{166}\text{Ho}(n, 3pxn)\text{Gd}$.

УДК 539.172

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ ^{147}Sm И ^{148}Sm

Г. Георгиев, Ю. С. Замятнин, Л. Б. Пикельнер

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

Г. В. Мурадян

Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова, Москва, Россия

Ю. В. Григорьев

Физико-энергетический институт, Обнинск, Россия

Т. Маджарский, Н. Янева

Институт ядерных исследований и ядерной энергетики, София, Болгария

DETERMINATION OF NEUTRON RESONANCE PARAMETERS OF ^{147}Sm AND ^{148}Sm . The measurements were performed using the γ -ray multifunctional 4π -detector, placed on the 500 m flight path of the pulsed neutron booster IBR-30 of LNP, JINR. The combination of the multiplicity spectrometry with the time-of-flight method made it possible to identify γ -capture and scattering events in isolated resonances and to determine spins, neutron and radiative widths of resonances.

The measurements permitted one to assign spins of ^{147}Sm resonances up to 900 eV and to determine the neutron strength functions for both spin states. The radiative widths for 25 resonances of ^{147}Sm were determined up to 300 eV.

The level positions of 25 resonances in energy range up to 3 keV and the values of Γ_n and Γ_γ for a numbers of resonances up to 1,5 keV for ^{148}Sm were obtained.

Введение

Изучение радиационного захвата нейтронов стимулируется тем, что физическое понимание и теоретическое описание этого процесса все еще не является достаточно полным. Применение метода спектрометрии множественности гамма-квантов в сочетании с методом времени пролета [1] предоставляет обширную экспериментальную информацию о радиационном захвате в резонансной области энергий нейтронов, а также о характеристиках резонансных уровней. При захвате S-нейтронов ядрами с ненулевым спином резонансные уровни составного ядра разделяются по спину на две группы. Так как данные по спину резонансов весьма отрывочны, это определяет интерес к таким характеристикам гамма-каскадов, которые проявляют систематическую зависимость от спинов резонансных уровней.

В данной работе представлены результаты исследования радиационного захвата резонансных нейтронов изотопами ^{147}Sm и ^{148}Sm в области разрешенных резонансов с применением метода спектрометрии множественности. Выбор в качестве объектов исследования этих изотопов определялся тем, что ^{147}Sm имеет спин основного состояния $7/2^-$ и после захвата S-нейтрона образует системы уровней со спинами 3^- и 4^- . Это позволяет проверить наличие корреляции между спином уровня и характеристиками гамма-квантов его девозбуждения. Кроме того, значения радиационных ширин, известных для нескольких низкоэнергетических резонансов этого изотопа, имеют значительные флуктуации [2], что нуждается в подтверждении. В отличие от ^{147}Sm , четно-четный изотоп ^{148}Sm для всех S-резонансов имеет спин $J=1/2$, однако для этого изотопа известны только значения энергий его 5 резонансов. В связи с этим было целесообразно иметь более полную информацию о его резонансах, определить их нейтронные и радиационные ширины, получить данные о его гамма-квантах захвата и сопоставить их с данными по ^{147}Sm .

Эксперимент

Для измерений использовался многосекционный сцинтилляционный 4π -детектор типа "Ромашка" [1], расположенный на 500-метровой пролетной базе импульсного нейтронного бустера ИБР-30 Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ. Мощность бустера составляла 10 кВт, коэффициент умножения - 200. При

этом нейтронный импульс имел длительность около 4 мкс и разрешение спектрометра составляло 8 нс/м. Частота повторения импульсов равнялась 100 имп/сек.

Детектор состоял из 16 независимых секций - кристаллов NaI(Tl) размером $122 \times 122 \times 152 \text{ мм}^3$, просматриваемых каждый своим фотоумножителем, и имел сквозной вакуумированный канал для прохождения коллимированного пучка нейтронов и размещения исследуемых образцов внутри детектора (рис.1). Более подробное описание детектора и его параметров приведено в [3].

Для каждого акта захвата нейтрона регистрировались время пролета нейтрона и кратность совпадений гамма-квантов. Акт захвата и его параметры фиксировались в памяти регистрирующей системы, если суммарная энергия зарегистрированных детектором гамма-квантов находилась в пределах от 2 до 8 МэВ. Порог регистрации импульсов каждой секции детектора составлял 0,1 МэВ.

Такая схема регистрации импульсов, использующая сочетание метода времени пролета и спектрометрии множественности, позволяла одновременно измерять 16 времяпролетных спектров, соответствующих совпадениям различной кратности, и получать трехмерное изображение распределения множественности гамма-квантов для отдельных резонансов (рис.2).

Параллельно с этим регистрировались акты рассеяния нейтронов. Для этого внутри детектора размещался борный n - γ -конвертер, содержащий также замедлитель, и рассеянные нейтроны регистрировались по одиночным моноэнергетическим гамма-квантам с энергией 0,48 МэВ от реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha\gamma)$. Кроме того, конвертер выполнял роль защиты детектора от самих рассеянных нейтронов. Заметим, что измерение рассеяния нейтронов таким способом отличается высокой эффективностью и позволяет расширить круг резонансов, доступных для измерений.

Сортировка поступающей с детектора информации, ее накопление и запись в виде файлов 16x4K по 2 мкс на канал осуществлялась в специальном измерительном модуле.

Исследуемые образцы размещались в центре детектора на расстоянии 501,9 м. В качестве образцов использовались оксиды (Sm_2O_3) обогащенных изотопов ^{147}Sm и ^{148}Sm двух толщин, упакованные в тонкостенные алюминиевые контейнеры $\phi 100 \text{ мм}$. Изотопный состав и толщины образцов (по измеряемому изотопу) приведены в табл.1.

Таблица 1

Образец	Изотопный состав образцов, %						Толщина	
	147	148	149	150	152	154	10^{-5}	а/б
^{147}Sm	96,4	2,3	0,6	0,2	0,4	0,1	34,5	8,62
^{148}Sm	3,3	92,3	3,4	0,4	0,4	0,2	33,0	8,25

Мониторирование потока нейтронов велось двумя ^3He -счетчиками типа СНМ-17, расположенными вне пучка нейтронов на расстоянии 60 м от источника. Для подавления фона рециркуляционных нейтронов в пучке постоянно находились фильтры из Cd (1 мм) и карбида бора (10 мм).

Результаты

С каждым образцом самария проведено по несколько серий измерений общей продолжительностью 168 часов для ^{147}Sm и 171 час для ^{148}Sm . В качестве примера на рис.3 приведены участки времяпролетных спектров при регистрации детектором четырехкратных совпадений гамма-квантов захвата и актов рассеяния нейтронов образцом ^{147}Sm толщиной $3,45 \cdot 10^{-4}$ атом/барн.

На рис.4 показаны времяпролетные спектры захвата и рассеяния нейтронов для ^{148}Sm .

Значения энергий нейтронных резонансов определялись относительно эталонных значений энергии резонансов ^{238}U [2]. Благодаря идентичности условий измерений образцов U и Sm и способов обработки результатов, значения энергий резонансов Sm практически лишены систематических ошибок. Полученные энергии резонансов в области 15-900 эВ для ^{147}Sm и 15 эВ - 3 кэВ для ^{148}Sm приведены в табл.2 и 3, соответственно. Как видно из рис.4, в указанной области энергий наблюдается более 20 резонансов ^{148}Sm . Однако из-за недостаточно хорошего разрешения в области выше 1 кэВ нельзя утверждать, что все приведенные в этой области резонансы являются одиночными.

а) Спектры множественности и спины резонансов.

Первичная обработка результатов измерений сводилась к определению площадей S_k под резонансными пиками для времяпролетных спектров различной множественности k при значениях k от 1 до 7 и определению доли актов захвата $p_k = S_k / \sum_k S_k$, соответствующих одновременной регистрации детектором k гамма-квантов, а также средних значений множественности $\langle k \rangle = \sum_k k p_k$ для каждого резонанса. По-

лученные таким образом распределения множественности для двух резонансов ^{147}Sm приведены на рис.5. Значения $\langle k \rangle$ для резонансов ^{147}Sm показаны на рис.6. Как видно из рисунка, резонансы достаточно четко разделяются по значениям $\langle k \rangle$ на две группы, соответствующие значениям спина 3^- и 4^- у резонансов с ранее известными спинами (до ~ 400 эВ) [2,4].

Наблюдаемая корреляция между $\langle k \rangle$ и спином резонанса была подтверждена результатами расчетов спектров множественности, выполненных на основе гамма-каскадной модели распада компаунд-состояний и статистического моделирования функции отклика детектора, для типичных резонансов ^{147}Sm со спинами 3^- и 4^- . Для последнего была создана программа расчетов методом Монте-Карло прохождения гамма-квантов через детектор, учитывающая последовательные процессы взаимодействия гамма-квантов с материалами детектора и его защиты, вплоть до регистрации в одной из секций детектора. Для получения гамма-каскада, поступающего на вход детектора, использовались модельные представления гамма-каскадов, теоретические описания силовых функций и имеющиеся экспериментальная информация о схеме нижних уровней соответствующего составного ядра, описанные и апробированные ранее в [5]. Такой способ, опираясь на экспериментально определенную множественность, позволял получать представление об исходной, так называемой "физической" множественности μ .

Результаты расчетов, полученные для ^{147}Sm , показаны на рис.7,8. Из них следует, что корреляция между средней множественностью и значением спина для "физической" множественности носит тот же характер, но еще более сильно выраженный, чем для экспериментально наблюдаемой множественности гамма-квантов.

Наличие такой корреляции спина со значением $\langle k \rangle$ дало возможность определить спины около 100 резонансов ^{147}Sm в области энергий от 15 до 900 эВ. Для большинства резонансов с известными ранее спинами их значения были подтверждены. Однако у пяти резонансов (161,0; 161,8; 359,2; 362,3 и 412,0 эВ) получены другие значения спинов. Для резонансов 65,1 и 257,0 эВ оказалось, что $\langle k \rangle$ имеет промежуточное значение, а также наблюдается зависимость $\langle k \rangle$ от энергии в пределах самих резонансов. При этом величина $\langle k \rangle$ изменяется от значений, соответствующих спину 3^- , до значений, соответствующих спину 4^- (рис.9). Это свидетельствует о том, что резонансы 65,1 и 257,0 эВ являются ранее неразрешенными двойными резонансами с различными спинами.

Измерения показали также, что резонанс с энергией 94,9 эВ принадлежит изотопу ^{148}Sm , а не ^{147}Sm .

Определение $\langle k \rangle$ для резонансов изотопа ^{148}Sm дало значение $\sim 2,5$, значительно меньшее, чем у ^{147}Sm , для которого оно находится в пределах $\sim 3,3-3,8$ (рис.6). Разделение резонансов на группы для изотопа ^{148}Sm не наблюдается.

б) Нейтронные и радиационные ширины.

Одновременные измерения времяпролетных спектров захвата и рассеяния нейтронов позволили для значительного числа резонансов произвести оценку нейтронных и радиационных ширин. Для этого использовались выражения для площадей под резонансными пиками S_n - в спектре рассеяния нейтронов и S_γ - в спектре гамма-квантов захвата всех кратностей от 1 до 7:

$$\begin{aligned} S_n &= F(E) \cdot \epsilon_n \cdot A \Gamma_n / \Gamma \\ S_\gamma &= F(E) \cdot \epsilon_\gamma \cdot A \Gamma_\gamma / \Gamma \end{aligned} \quad (1)$$

и их отношения:

$$S_n / S_\gamma = \epsilon_n / \epsilon_\gamma \cdot \Gamma_n / \Gamma_\gamma, \quad (2)$$

где $F(E)$ - поток нейтронов резонансной энергии E на единичный интервал энергии за время измерений на всю площадь образца; ϵ_n и ϵ_γ - эффективности регистрации актов рассеяния и захвата нейтронов, соответственно; A - площадь, соответствующая резонансному провалу на кривой пропускания.

Для ^{147}Sm произведение $F(E)\epsilon$ нормировалось по резонансам в области 18-58 эВ с известными параметрами. Энергетическая зависимость потока была измерена ранее [6] и дополнительно проверялась по известным резонансам ^{238}U . Для ^{148}Sm , параметры резонансов которого неизвестны, нормировка $F(E)\epsilon$ проводилась по числу отсчетов на канал N^{max} в максимуме резонанса 95 эВ, для которого используемый образец практически являлся "черным" (как показано в дальнейшем, $n\sigma_0 \sim 8$). При этом использовалось соотношение:

$$S_\gamma/N_\gamma^{\text{max}} = S_n/N_n^{\text{max}} = a/\Delta E, \quad (3)$$

где ΔE - ширина временного канала в эВ.

Отношение эффективностей $\epsilon_n/\epsilon_\gamma$, входящее в выражение (2), находилось из экспериментов с изотопами, имеющими хорошо известные ширины Γ_n и Γ_γ . При этом считалось, что благодаря высокой эффективности регистрации гамма-квантов детектором и высокой эффективности n - γ -конвертора, ϵ_γ и ϵ_n практически не меняются от резонанса к резонансу, а ϵ_n не зависит также и от рассеивающего материала мишени.

В случае ^{147}Sm для определения $\epsilon_n/\epsilon_\gamma$ использовались его первые 5 резонансов. Для ^{148}Sm в связи с тем, что у него энергия связи нейтрона и среднее число гамма-квантов в каскаде значительно меньше, чем у ^{147}Sm , отношение эффективностей определялось также из измерений с ^{238}U , для которого величина $\langle k \rangle = 2,4$ и энергия связи значительно ближе к аналогичным величинам ^{148}Sm . Различие в отношении $\epsilon_n/\epsilon_\gamma$ для ^{148}Sm и ^{238}U за счет различия ϵ_γ оценивалось расчетным путем и оказалось равным 10%. На основании совокупности расчетов и экспериментальных данных было принято, что $\epsilon_n/\epsilon_\gamma = 0,55 \pm 0,06$.

Зная произведение $F(E)\epsilon$ и отношения $\epsilon_n/\epsilon_\gamma$, ширины резонансов определялись на основе выражений (1) - (3) и известных зависимостей величин $A\Gamma_n/\Gamma$ и $A\Gamma_\gamma/\Gamma$ от Γ_n и Γ_γ . Так как в случае ^{147}Sm основной интерес представляло определение Γ_γ , а Γ_n хорошо известны [2], величины Γ_γ для большинства резонансов находились из более простого выражения (2).

При определении параметров резонансов в значения S_γ и S_n вводились поправки, учитывающие вклады регистрации актов захвата в канал рассеяния (4%) и актов рассеяния в канал захвата (от 5% до 15% в зависимости от энергии нейтронов), а также поправка, учитывающая захват нейтронов в мишени после их рассеяния на ее ядрах. Величина поправок находилась в специальных экспериментах или расчетным путем.

Кроме того, при обработке результатов измерений учитывался вклад примесей других изотопов самария, содержащихся в образцах кроме основного изотопа, в том числе ^{149}Sm , с которым были выполнены аналогичные измерения. Результаты, полученные для этого изотопа, после завершения обработки будут опубликованы дополнительно.

Описанным выше способом были получены значения Γ_γ для 25 резонансов ^{147}Sm в области энергий от 15 до 300 эВ (табл.2) и значения ширины Γ_n и Γ_γ для ряда резонансов ^{148}Sm (табл.3).

Проведенные исследования радиационного захвата резонансных нейтронов методом спектрометрии множественности, благодаря введению нового параметра - множественности гамма-квантов, позволили идентифицировать резонансы ^{147}Sm по спину и определить неизвестные ранее значения спина для ряда резонансов этого изотопа в области энергий 400-900 эВ. Это дало возможность уточнить значения нейтронных силовых функций для резонансов с различными значениями спина, которые в диапазоне 15-600 эВ оказались равными $S_0(3) = (6,2 \pm 1,6 - 1,1) \cdot 10^{-4}$ для $J=3$ и $S_0(4) = (3,0 \pm 0,6 - 0,9) \cdot 10^{-4}$ для $J=4$, причем различие в значениях силовых функций обусловлено, главным образом, диапазоном энергий 300-600 эВ. Значения $S_0(3)$ и $S_0(4)$ в области энергий до 300 эВ достаточно хорошо согласуются с результатами, полученными в [4].

Определение радиационных ширины резонансов ^{147}Sm показало, что Γ_γ незначительно изменяются от резонанса к резонансу, не выходя за пределы, обусловленные ошибками измерений. Таким образом, не подтверждаются большие флуктуации Γ_γ , указанные в [2]. Найдено среднее значение

$\langle \Gamma_\gamma \rangle = (75 \pm 4)$ мэВ для резонансов с различными спинами, а также значения $\langle \Gamma_\gamma \rangle$, к которым в пределах ошибок оказались одинаковыми.

Для ^{148}Sm определено положение более 20 резонансных уровней в области энергий до 3 кэВ. По области, в которой, по-видимому, нет пропуска уровней, найдено среднее расстояние между уровнями $D_0 = (109 \pm 10)$ эВ, а также значение силовой функции $S_0(3,2 \pm 1,0 - 2,5) \cdot 10^{-4}$, хорошо согласующееся со значениями S_0 в этой области массовых чисел.

Для радиационных ширин уровней ^{148}Sm получено среднее значение $\langle \Gamma_\gamma \rangle \sim 45$ мэВ. Эта величина значительно меньше, чем у других изотопов самария и является одной из наименьших для ядер в данной области масс.

Таблица 2. Резонансные параметры ^{147}Sm

№	Е, эВ	$\langle k \rangle$	J	Γ_γ , мэВ
1	18,36 (2)	3,682 (3)	4	
2	27,16 (2)	3,438 (5)	3	84 (4)
3	29,76 (2)	3,401 (4)	3	71 (4)
4	32,14 (2)	3,667 (3)	4	70 (5)
5	39,70 (2)	3,686 (4)	4	68 (4)
6	40,72 (3)	3,385 (13)	3	
7	49,36 (2)	3,670 (5)	4	75 (4)
8	58,09 (2)	3,400 (4)	3	77 (5)
9	65,10 (3)	3,45 (3)	3	
10	65,10 (3)	3,66 (3)	4	
11	76,15 (3)	3,664 (6)	4	74 (5)
12	79,89 (3)	3,670 (15)	4	
13	83,60 (4)	3,365 (5)	3	76 (5)
14	99,54 (4)	3,605 (7)	4	79 (5)
15	102,69 (4)	3,385 (6)	3	76 (7)
16	106,93 (4)	3,655 (7)	4	82 (5)
17	108,58 (5)	3,710 (35)	4	
18	123,71 (4)	3,370 (6)	3	73 (6)
19	140,00 (4)	3,472 (8)	3	
20	143,27 (5)	3,703 (32)	4	
21	151,54 (5)	3,317 (7)	3	75 (5)
22	161,03 (5)	3,42 (2)	3	
23	161,88 (15)	3,61 (2)	4	
24	163,62 (5)	3,598 (10)	4	77 (4)
25	171,80 (5)	3,668 (14)	4	69 (4)
26	179,68 (6)	3,406 (26)	3	
27	184,14 (5)	3,304 (12)	3	
28	191,07 (5)	3,390 (14)	3	79 (5)
29	193,61 (7)	3,643 (35)	4	
30	198,03 (6)	3,419 (18)	3	61 (4)

№	E, эВ	$\langle k \rangle$	J	Γ , мЭВ
31	206,03 (6)	3,564 (8)	4	83 (5)
32	221,65 (6)	3,382 (12)	3	67 (6)
33	225,28 (6)	3,395 (12)	3	86 (5)
34	228,53 (10)	3,636 (45)	4	
35	240,76 (7)	3,700 (21)	4	91 (6)
36	247,62 (7)	3,558 (10)	4	69 (6)
37	257,13 (8)	3,41 (3)	3	
38	257,13 (8)	3,58 (3)	4	
39	263,57 (9)	3,396 (20)	3	
40	266,26 (8)	3,578 (20)	4	72 (6)
41	270,72 (9)	3,405 (15)	3	85 (6)
42	274,40 (10)	3,402 (25)	3	
43	283,28 (10)	3,681 (22)	4	58 (10)
44	290,10 (10)	3,53 (2)	(4)	68 (6)
45	308,3 (2)	3,37 (8)	3	
46	312,06 (12)	3,62 (4)	4	
47	321,13 (18)	3,25 (10)	3	
48	330,1 (2)	3,38 (11)	3	
49	332,1 (3)	3,72 (12)	4	
50	340,4 (2)	3,63 (9)	4	
51	349,86 (18)	3,36 (6)	3	
52	359,32 (15)	3,42 (3)	3	
53	362,15 (35)	3,57 (5)	4	
54	379,2 (2)	3,331 (17)	3	
55	382,4 (3)	3,402 (21)	3	
56	390,5 (2)	3,68 (4)	4	
57	396,5 (3)	3,47 (3)	(3)	
58	398,6 (3)	3,34 (3)	3	
59	405,1 (2)	3,416 (30)	3	
60	412,0 (2)	3,38 (3)	3	
61	418,3 (2)	3,42 (2)	3	
62	421,8 (3)	3,63 (5)	4	
63	435,7 (3)	3,29 (3)	3	
64	440,2 (3)	3,66 (4)	4	
65	446,9 (3)	3,45 (8)	(3)	
66	458,6 (3)	3,66 (3)	4	
67	462,9 (3)	3,40 (4)	3	
68	476,0 (3)	3,58 (5)	4	
69	479,8 (3)	3,32 (4)	3	

№	Е. эВ	$\langle k \rangle$	J	Γ_{γ} , мэВ
70	486,4 (3)	3,43 (4)	3	
71	496,2 (4)	3,46 (4)	(3)	
72	498,6 (4)	3,32 (4)	3	
73	513,5 (3)	3,42 (2)	3	
74	528,9 (4)	3,62 (8)	4	
75	532,5 (4)	3,40 (10)	(3)	
76	538,1 (3)	3,38 (4)	3	
77	546,0 (4)	3,46 (4)	(3)	
78	553,2 (дв)	3,34 (6)	3	
79	559,7 (4)	3,29 (6)	3	
80	563,4 (4)	3,55 (5)	(4)	
81	574,3 (4)	3,62 (5)	4	
82	580,2 (5)	3,27 (5)	3	
83	587,8 (4)	3,35 (5)	3	
84	597,4 (4)	3,59 (4)	4	
85	606,0 (4)	3,68 (5)	4	
86	617,2 (5)	3,45 (4)	(3)	
87	634,0 (4)	3,42 (6)	3	
88	659,5 (4)	3,55 (6)	(4)	
89	668,8 (4)	3,77 (6)	4	
90	697,0 (4)	3,60 (4)	4	
91	714,0 (5)	3,37 (4)	3	
92	744,3 (5)	3,67 (6)	4	
93	796,2 (5)	3,34 (7)	3	
94	808,0 (5)	3,37 (4)	3	
95	821,9 (5)	3,39 (9)	3	
96	836,1 (5)	3,54 (4)	(4)	
97	875,2 (6)	3,36 (4)	3	
98	896,1 (6)	3,26 (6)	3	

Таблица 3. Параметры резонансов ^{148}Sm

Е, эВ	Γ_n , МэВ	Γ_n^0 , МэВ	Γ_γ , МэВ
94,9 (1)	385 (35)	39,5 (3,6)	60 (10)
140,2 (1)	34 (4)	2,9 (0,4)	43 (8)
184,4 (1)	780 (70)	57,5 (5,2)	53 (8)
288,2 (1)	410 (40)	24,2 (2,4)	51 (10)
422,0 (2)	208 (20)	10,1 (1,0)	43 (7)
513,5 (2)	735 (70)	32,4 (3,2)	41 (10)
557,4 (3)	92 (15)	3,9 (0,6)	42 (10)
622,9 (3)	580 (50)	23,2 (2,0)	40 (10)
883,1 (4)	1050 (15 0)	35,3 (5,0)	53 (20)
909,6 (5)	2400 (300)	79,6 (9,9)	
1010 (1)			
1157 (1)			
1180 (1)			
1385 (2)	500 (80)	13,4 (2,1)	
1478 (2)	1450 (200)	37,7 (5,2)	
1638 (3)			
1699 (2)			
1860 (3)			
1960 (3)			
2053 (3)			
2145 (5)			
2207 (5)			
2306 (6)			
2415 (6)			
2955 (8)			

Список литературы

1. Мурадян Г.В. // Атомная энергия. 1981. Т.50. С.394-398;
//Nucl.Sci.Eng., 1985. V.90. P.60-74.
2. Mughabhab S.F. //Neutron Cross Sections. 1984. V.2. Part 3.
3. Георгиев Г. и др. Сообщение ОИЯИ, РЗ-88-555, Дубна, 1988.
Janeva N. et al. //Nucl.Instr. and Meth. Phys. Res. A. 1992. V.A313. P.266-278.
4. Каржавина Э.Н., Ким Сек Су, Полов А.Б. Препринт ОИЯИ, РЗ-6237, Дубна, 1972.
5. Георгиев Г., Маджарский Т. и др. //Ядерная энергия. 1991. кн.31.
6. Голиков В.В. и др. Препринт ОИЯИ, 3-5736, Дубна, 1971.

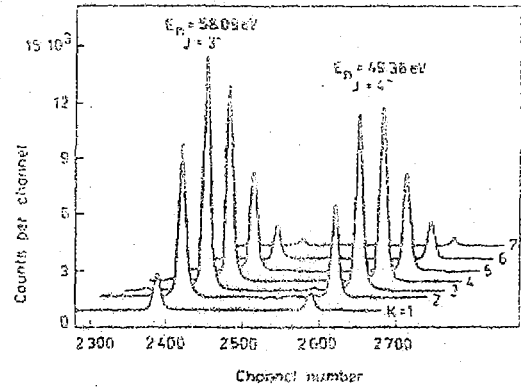
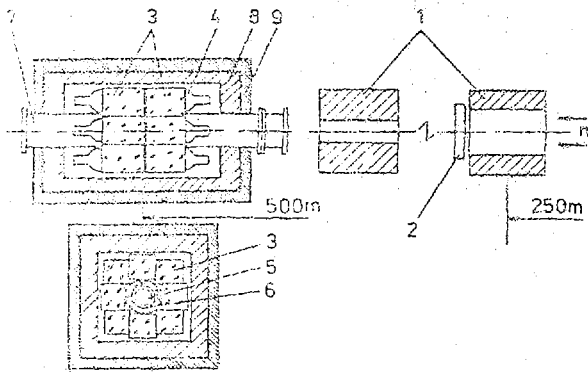


Рис.1. Продольный и поперечный разрезы многослойного сцинтилляционного детектора гамма-квантов: 1 - коллиматор, 2 - фильтр, 3 - кристаллы NaI(Tl), 4 - ФЭУ-110, 5 - образец, 6 - конвертер, 7 - вакуумированная труба для размещения образца, 8 - защита из свинца, 9 - защита из В4С с парафином

Рис.2. Участок времяпролетных спектров совпадений различной кратности k гамма-квантов захвата ^{147}Sm

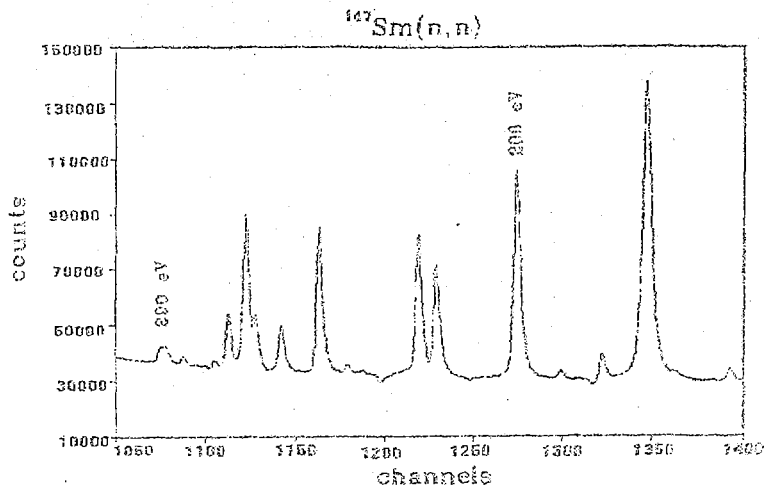
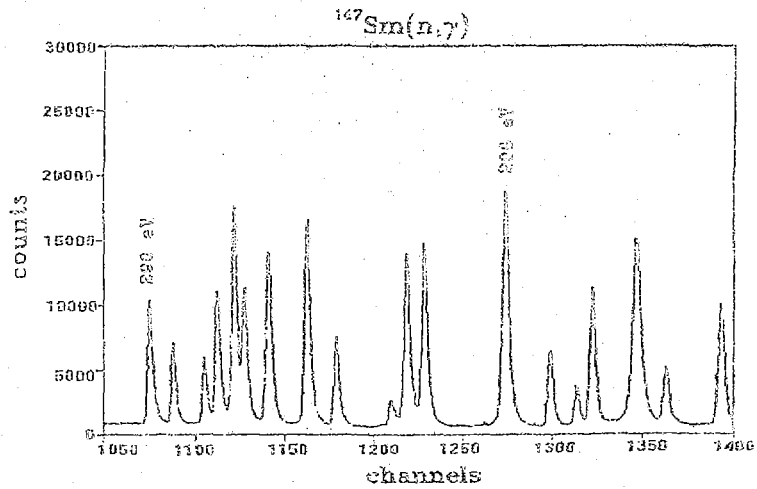


Рис.3. Часть времяпролетного спектра 4-х кратных совпадений гамма-квантов захвата (а) и спектров рассеяния нейтронов (б) образцом ^{147}Sm толщиной $3,45 \cdot 10^{-4}$ а/б

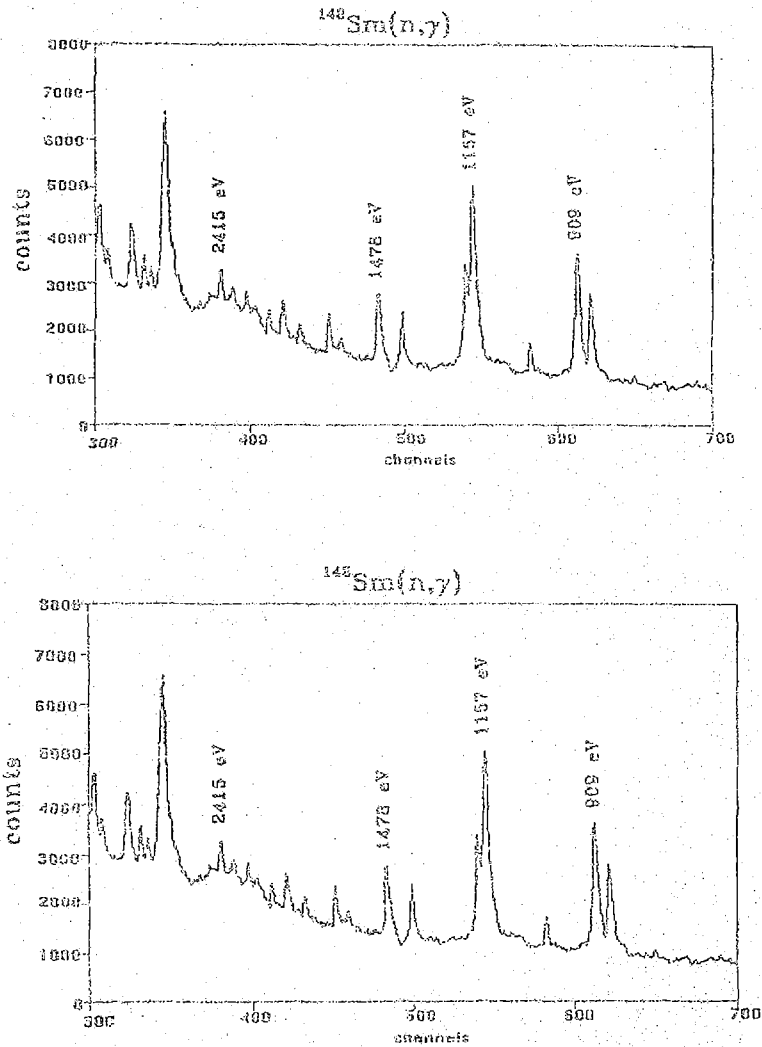


Рис.4. Временноразрешенные спектры 3-х кратных совпадений гамма-квантов захвата (а) и актов рассеяния нейтронов (б) образцом ^{148}Sm толщиной $3,3 \cdot 10^{-4}$ а/б. Мелкие пики обусловлены примесью ^{147}Sm и ^{149}Sm

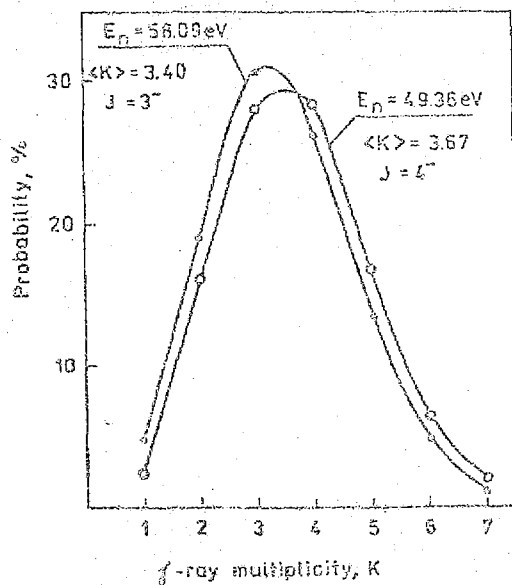


Рис.5. Экспериментальное распределение множественности гамма-квантов захвата для двух резонансов ^{147}Sm с различными спинами

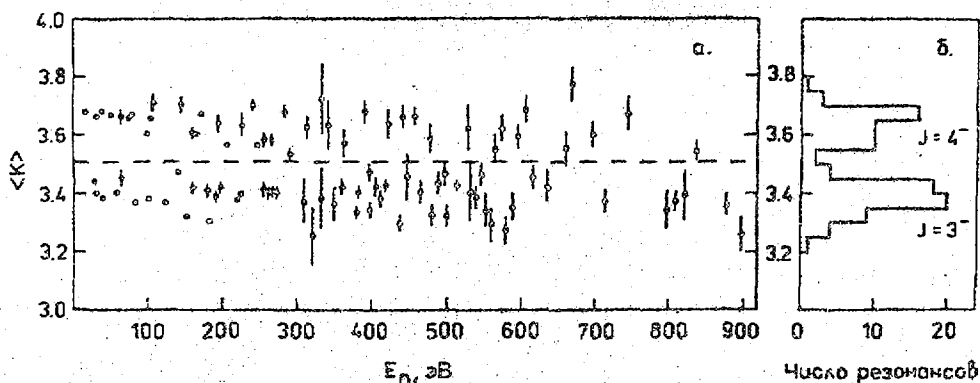


Рис.6. Экспериментальные значения средней множественности $\langle k \rangle$ гамма-квантов захвата для резонансов ^{147}Sm (а). Число резонансов на интервале $\Delta \langle k \rangle = 0,05$ как функция $\langle k \rangle$ (б).

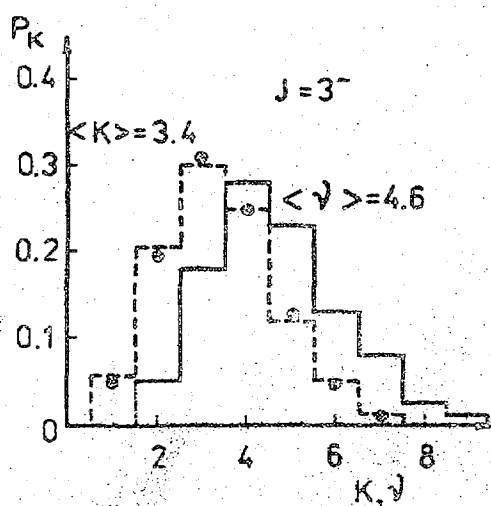


Рис.7. Расчетные распределения множественности гамма-квантов захвата для резонансов ^{147}Sm со спином $J=3^-$: — расчетное распределение "физической" множественности - ν ; - - - - - расчетное распределение кратности совпадений детектора - k ; \circ - экспериментальное распределение кратности

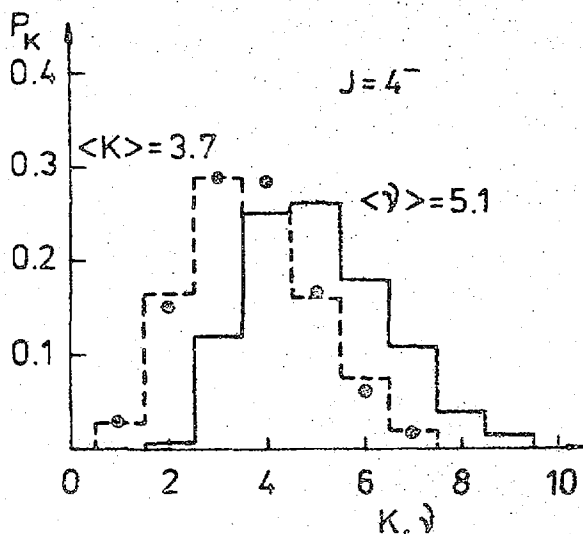


Рис.8. Расчетные распределения множественности гамма-квантов захвата для резонансов ^{147}Sm со спином $J=4^-$ (обозначения см. на рис.7)

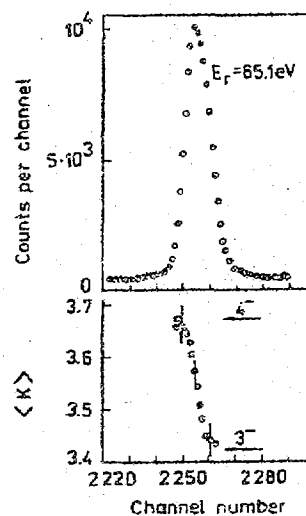


Рис.9. Показательное определение средней кратности $\langle k \rangle$ в области резонанса ^{147}Sm с энергией 65 эВ. Наблюдается резкое изменение $\langle k \rangle$ от значений, характерных для резонансов со спином 4^- до значений, характерных для спина 3^-

УДК 539.170

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СРЕДНИХ СЕЧЕНИЙ
В ОБЛАСТИ НЕРАЗРЕШЕННЫХ РЕЗОНАНСОВ
ДЛЯ СЛУЧАЯ ДВУХ ВЫХОДНЫХ КАНАЛОВ

А.А. Лукьянов, А.Г. Высоцкий, В.Ф. Украинцев
Институт атомной энергии, Обнинск

THE ANALYTICAL METHOD OF AVERAGE CROSS-SECTION CALCULATIONS IN THE UNRESOLVED RESONANCE REGION FOR TWO OPEN OUTPUT CHANNELS. The advanced method for analytical calculations of simplest group-averaged functionals of neutron cross-sections-average cross-sections in the unresolved resonance region for the special case (when such an output channels are opened) is suggested. This method is a generalization of previously published method of calculation for the case of one open output neutron and many radiative channels.

В предложенной ранее методике вычисления средних сечений [1,2] была рассмотрена модель, учитывающая упругое рассеяние и радиационный захват. Покажем, что наш метод аналитического подхода к построению средних по группе функционалов сечений в неразрешенной области может быть распространен и на многоканальные задачи. В двухканальном варианте матрица столкновений может быть представлена в виде

$$S_{nc} = e^{-i\varphi_n} \left(\frac{2}{1 - iR} - 1 \right)_{nc} e^{-i\varphi_c}, \quad (1)$$

где

$$(1 - iR)^{-1} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} 1 - iR_{cc} & iR_{cn} \\ iR_{nc} & 1 - iR_{nn} \end{pmatrix}, \quad \Delta = (1 - iR_{nn})(1 - iR_{cc}) + R_{nc}^2, \quad (2)$$

а элементы R -матрицы определяются формулой

$$R_{nc} = \frac{1}{2} \sum_{\lambda} \frac{\Gamma_{\lambda n}^{1/2} \Gamma_{\lambda c}^{1/2}}{E_{\lambda} - E - \Gamma_{\lambda 2}} = \sqrt{S_n S_c} \sum_{\lambda} \frac{\beta_{\lambda n} \beta_{\lambda c}}{\pi (\epsilon_{\lambda} - \epsilon) - iS_{\gamma}}. \quad (3)$$

здесь $S_n = \pi \Gamma_n / 2D$, $S_{\gamma} = \pi \Gamma_{\gamma} / 2D$, $\epsilon_{\lambda} = E_{\lambda} / D$, $\epsilon = E / D$,а величины $\beta_{\lambda n} = \sqrt{\Gamma_{\lambda n} / \Gamma_n}$ предполагаются случайно распределенными по Портеру-Томасу с дисперсией 1.Запишем выражение для диагонального элемента S_{nn} как

$$S_{nn} = e^{-2i\varphi} \left(\frac{2(1 - iR_{cc})}{\Delta} - 1 \right) = e^{-2i\varphi} \left(\frac{2}{g} - \frac{2a^2}{g(gg' + a^2)} - 1 \right), \quad (4)$$

где $g = 1 - iR_{nn}$, $g' = 1 - iR_{cc}$, $a = R_{nc}$, и найдем усредненные по резонансам значения для слагаемых (4). Используя результат, полученный в [2],

$$\left\langle \frac{1}{g} \right\rangle = \frac{1}{1 + S_n}, \quad \left\langle \frac{2}{g} - 1 \right\rangle = \frac{1 - S_n}{1 + S_n}. \quad (5)$$

Известно также представление в виде преобразования Лапласа по двум переменным [4]:

$$\frac{a^2}{g(gg' + a^2)} = a \int_0^\infty \int_0^\infty \left(\frac{t}{t'}\right)^{1/2} J_1(2a\sqrt{tt'}) e^{-gt} e^{-g't'} dt dt' =$$

$$R_{nc} \int_0^\infty \int_0^\infty \left(\frac{t}{t'}\right)^{1/2} J_1(2R_{nc}\sqrt{tt'}) e^{-(t+t')} e^{iR_{nn}t} e^{iR_{cc}t'} dt dt'. \quad (6)$$

Если еще учесть, что $J_1(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{i(z\sin\theta - \theta)} d\theta$, то результат усреднения (6) по резонансам можно записать в виде:

$$\left\langle \frac{a^2}{g(gg' + a^2)} \right\rangle = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty \left(\frac{t}{t'}\right)^{1/2} e^{-(t+t')} dt dt' \int_{-\pi}^{\pi} d\theta e^{i\theta} \left\langle R_{nc} \exp(i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})) \right\rangle \quad (7)$$

где $\alpha = 2\sqrt{tt'} \sin\theta$.

Так как $\left\langle R_{nc} \exp(i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})) \right\rangle = \frac{\partial}{i\partial\alpha} \left\langle \exp(i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})) \right\rangle$, то снова приходим к задаче усреднения экспонент, решаемую, как мы уже видели, относительно просто [2].

Действительно, обозначим в (3) $u_\lambda = \beta_{\lambda n}$ и $v_\lambda = \beta_{\lambda c}$, так что

$$R_{nn} = S_n \sum_{\lambda} \frac{u_\lambda^2}{\pi\lambda + x - iy}; \quad R_{cc} = S_c \sum_{\lambda} \frac{v_\lambda^2}{\pi\lambda + x - iy}; \quad R_{nc} = \sqrt{S_n S_c} \sum_{\lambda} \frac{u_\lambda v_\lambda}{\pi\lambda + x - iy}, \quad (8)$$

и представим

$$\left\langle \exp(i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})) \right\rangle =$$

$$= \frac{1}{\Delta} \int dx \prod_{\lambda=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} du_\lambda dv_\lambda \exp\left(-\frac{u_\lambda^2 + v_\lambda^2}{2} - i \frac{\alpha\sqrt{S_n S_c} u_\lambda v_\lambda + t' S_c v_\lambda^2 + t S_n u_\lambda^2}{\pi + x - iy}\right) =$$

$$= \frac{1}{\Delta} \int dx \prod_{\lambda=-\infty}^{\infty} \frac{\pi\lambda + x - iy}{[(\pi\lambda + x - iy - 2itS_n)(\pi\lambda + x - iy - 2it'S_c) + \alpha^2 S_n S_c]^{1/2}}. \quad (9)$$

Здесь выполнено усреднение по энергии x и распределениям u_λ и v_λ для функции Гаусса с единичной дисперсией.

Для вычисления бесконечного произведения в (9) представим

$$(\pi\lambda + x - iy - 2itS_n)(\pi\lambda + x - iy - 2it'S_c) + \alpha^2 S_n S_c =$$

$$= (\pi\lambda + x - iy - iF)(\pi\lambda + x - iy - iQ) \quad (10)$$

и найдем

$$F = (tS_n + t'S_c) + \sqrt{(tS_n - t'S_c)^2 + \alpha^2 S_n S_c} \quad (11)$$

$$Q = (tS_n + t'S_c) - \sqrt{(tS_n - t'S_c)^2 + \alpha^2 S_n S_c}, \quad (12)$$

причем $Q > 0$. Тогда, пользуясь формулой для бесконечного произведения [5]

$$\prod_{\lambda=-\infty}^{\infty} \left(1 - \frac{a}{\lambda + b}\right) = \frac{\sin \pi(b-a)}{\sin \pi b}$$

будем иметь

$$\prod_{\lambda} \frac{\pi\lambda + x - iy}{(\pi\lambda + x - iy - iF)^{1/2} (\pi\lambda + x - iy - iQ)^{1/2}} = \frac{\sin(x-iy)}{[\sin(x-iy-iF) \sin(x-iy-iQ)]^{1/2}} \quad (13)$$

$$\langle \exp i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc}) \rangle = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\sin(x-iy) dx}{\sin^{1/2}(x-iy-iF) \sin^{1/2}(x-iy-iQ)}. \quad (14)$$

Здесь можно перейти к контурному интегралу в комплексной плоскости и воспользовавшись тем, что особые точки подынтегральной функции лежат в верхней полуплоскости, контур снизу и вычислить интеграл как вычет: ($z = \operatorname{tg} x$)

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{\sin(x-iy)}{\sin^{1/2}(x-iy-iF) \sin^{1/2}(x-iy-iQ)} dx = \\ & \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{ch y}{ch^{1/2}(y+F) ch^{1/2}(y+Q)} \frac{dz}{1+z^2} \frac{z-i th y}{[(z-ith(y+F))(z-ith(y+Q))]^{1/2}} = \\ & = \exp\left(-\frac{F+Q}{2}\right) = \exp(- (tS_n + t'S_n)). \end{aligned} \quad (15)$$

Тот факт, что конечный результат не зависит от α , позволяет считать:

$$\langle R_{nc} e^{i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})} \rangle = \frac{\partial}{i \partial \alpha} \langle e^{i(\alpha R_{nc} + tR_{nn} + t'R_{cc})} \rangle = 0,$$

или (7)

$$\left\langle \frac{a^2}{g(gg' + a^2)} \right\rangle = 0. \quad (16)$$

В результате приходим к ожидаемому результату для среднего по резонансам элемента S -матрицы (4), (5):

$$\langle S_{nn} \rangle = e^{2i\varphi} \left\langle \frac{2}{g} - 1 \right\rangle = e^{-2i\varphi} \frac{1-S_n}{1+S_n}. \quad (17)$$

Значительно более громоздким, но принципиально реализуемым в виде кратных интегралов, оказывается выражение для квадратичных комбинаций элементов S -матрицы, определяющих сечения реакций в двухканальном случае [3]

$$\sigma_c = 4\pi k^{-2} |a|^2 / |gg' + a^2|^2, \quad (18)$$

$$\sigma_y = 4\pi k^{-2} [I_{nc} R_{nn} |g'|^2 + \operatorname{Re} g'^* a^2 - |a|^2] / |gg' + a^2|^2. \quad (19)$$

Список литературы

1. Лукьянов А.А. Структура нейтронных сечений. М.: Атомиздат, 1978.
2. Лукьянов А.А., Высоцкий А.Г., Янева Н.Б. // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы. 1989. Вып. 1. С. 48.
3. Лукьянов А.А., Янева Н.Б. // Ядерная физика. 1985. Т. 42. С. 1376.
4. Справочник по специальным функциям / Под ред. М.Абрамовиц и И.М.Стиган. Наука: 1979.
5. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М.: Физматгиз, 1962.

ЯДЕРНО-РЕАКТОРНЫЕ ДАННЫЕ

УДК 621.039.526

**ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЛЕЙ
ЗАПАЗДЫВАЮЩИХ НЕЙТРОНОВ В РЕАКТОРЕ**

П.Л.Тютюнников

Физико-энергетический институт, Обнинск

MEASUREMENTS OF THE EFFECTIVE DELAYED NEUTRON YIELDS IN REACTOR. The principal possibility is represented to get an optimal set of the delayed neutron parameters using the decay power function after a movement of regulating rods in a core. The optimal parameters for U-235 are obtained to use them in numerical kinetics calculations. There are given the results of measurements reactor's parameters to compare an influence of different sets of the delayed neutron parameters on these results.

В основе оценок эффективных параметров запаздывающих нейтронов в реакторе лежат измерения с образцами чистых делящихся изотопов [1,2].

Сложный состав эмитируемых спектров осколков и запаздывающих нейтронов в зависимости от условий облучения образцов предполагают существенные упрощения результатов таких экспериментов для описания кинетики реакторов.

Необходимость проверки этих упрощений непосредственно в реакторе усугубляется тем, что вклад каждого делящегося изотопа в $\beta_{эф}$ оценивается только после расчета потоков и ценностей для модели реактора.

Практика измерений эффективности различных органов СУЗ на стенде БФС методом обращенного решения уравнений кинетики-ОРУК [3,4] позволила сформулировать и проверить методику экспериментальной оценки параметров запаздывающих нейтронов в реакторе. Удобная для ОРУК запись уравнения кинетики реактора имеет вид:

$$\frac{1}{\alpha} \frac{dW}{dt} = \sigma + \rho(t) W(t) - \sum_{i=1}^n a_i \int_{-\infty}^t \frac{dW(\tau)}{d\tau} \exp[-\lambda_i(t-\tau)] d\tau, \quad (1)$$

где a_i, λ_i - эффективные доли и постоянные спада для n групп запаздывающих нейтронов, а α - постоянная спада мгновенных нейтронов; σ - эффективный источник; $\rho(t) = \Delta K(t)/K(t)\beta_{эф}$ - реактивность в момент t и $W(t)$ - взвешенный по ценности функционал от мощности реактора, по предположению, пропорциональный скорости счета детектора нейтронов.

При $\rho(t \leq 0) = const$ и асимптотическом поведении мощности интегральные слагаемые в (1) можно аппроксимировать соотношением:

$$\sum_{i=1}^n a_i \left[\frac{W(0)\mu}{\mu + \lambda_i} \exp(\lambda_i t) + J_i(t) \right]^*, \quad \text{где } J_i(t) = \int_0^t \frac{dW(\tau)}{d\tau} \exp[-\lambda_i(t-\tau)] d\tau, \quad (2)$$

а μ - асимптотическая постоянная изменения мощности.

Если в интервале от T_1 до T_2 ($T_1 > 0$) изменять состояние реактора $\rho(t)$, а для $t \geq T_2$ снова его фиксировать, то нарушение динамического равновесия предшественников запаздывающих после T_2 будет происходить в течение $\sigma T \sim 3-5/\lambda_{min}$. При измерении мощности с шагом $\Delta t \leq 0,1$ сек и с необходимой статистической точностью можно корректно выполнить численное интегрирование для всех слагаемых в (2) при любом $t \geq 0$.

Следовательно, для моментов $t_j \geq T_2$ ($j = 0, 1, 2, \dots, N$) в рекуррентной процедуре из (1) можно образовать систему N линейных уравнений для $n+2$ параметров $a_i, \sigma, \rho(t_j \geq T_2) = \rho_0$:

Таблица 1. Оптимальные размеры запаздывающих нейтронов для U^{235}

№ группы	1	2	3	4	5	6
λ_i (сек ⁻¹)	0,0127	0,0317	0,115	0,311	1,40	3,87
α_i	0,0377±0,0010	0,2223±0,0020	0,1864±0,0015	0,4018±0,0020	0,1260±0,0080	0,0258±0,0030

Таблица 2. Результаты измерений эффективности макетов СУЗ на модели БН-600

Серия	Тип и позиция	Детектор	$100 \cdot \Delta\rho$								
			$\sigma_{эф}$ (сек ⁻¹)						Г (%)		
			Системы параметров запаздывающих нейтронов								
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
I	Л1	1	71,2±.1	72,7±.1	74,0±.1	44,3±.5	65,6±.5	54,1±.3	2,4±.1	1,6±.1	4,8±.1
			73,5±.1	71,2±.1	74,1±.1	48,9±.3	63,8±.4	53,8±.2	6,9±.2	-1,7±.2	5,1±.1
	R=0	2	71,2±.1	73,1±.1	14,1±.1	37,7±.6	63,3±.6	49,2±.4	2,1±.1	1,9±.1	4,6±.1
			73,5±.1	71,6±.2	74,2±.1	43,8±.3	59,4±.5	48,9±.3	6,6±.2	-1,2±.2	5,0±.1
II	T1	1	147,7±.3	148,1±.3	157,9±.2	-43,9±2.0	33,8±2.0	-6,7±.3	4,8±.2	2,0±.2	9,8±.1
			158,5±.5	145,5±.7	158,5±.3	-27,0±1.0	44,3±2.4	-7,0±.9	12,8±.2	-0,3±.5	10,3±.2
	Л1	1	44,3±.2	45,1±.2	45,5±.1	-47,2±2.2	44,0±2.0	-9,7±.9	-5,5±.1	-6,5±.1	-4,4±.1
			44,7±.1	44,8±.1	45,5±.1	-32,5±1.5	36,9±2.0	-11,6±.9	-3,8±.1	-7,4±.1	-4,2±.1
	R/2	3	44,3±.1	45,0±.1	45,5±.1	-41,2±1.8	32,6±1.6	-10,3±.8	4,3±.1	3,2±.1	5,4±.1
			44,8±.1	44,7±.1	45,5±.1	-31,3±1.2	30,8±1.9	-13,6±.8	6,1±.1	1,9±.1	5,4±.1
	T1	1	101,5±.2	101,8±.2	106,2±.1	-43,0±2.1	38,3±2.0	-7,3±.4	-13,5±.2	-16,4±.1	-10,2±.1
			106,6±.2	98,8±.3	106,5±.2	-23,8±1.0	31,8±2.0	-8,5±.8	-6,8±.2	-22,1±.4	-10,1±.2
R/2	3	100,7±.2	100,8±.2	105,2±.1	-39,9±1.9	32,5±1.7	-8,4±.6	8,5±.1	5,9±.1	11,1±.1	
		105,4±.2	98,2±.3	105,4±.1	-25,8±.9	30,3±1.8	-10,2±.7	13,7±.2	2,4±.3	11,2±.1	
III	T2	1	103,0±.2	104,8±.2	108,6±.1	-16,9±.9	16,4±.9	-0,4±.5	-13,4±.2	-14,8±.2	-9,0±.1
			107,6±.3	103,1±.4	108,6±.2	-8,8±.6	15,3±.9	-1,9±.5	-6,7±.3	-17,5±.4	-8,6±.2
	2	102,0±.2	104,3±.2	107,8±.1	-17,2±.9	16,5±1.0	0,1±.6	4,6±.1	3,9±.1	8,6±.1	
		106,5±.2	102,8±.3	107,7±.2	-7,8±.5	15,5±.8	-1,1±.4	9,8±.2	1,7±.3	8,4±.2	
	R/2	3	102,3±.2	103,6±.2	107,5±.1	-12,4±.6	11,2±.7	0,8±.4	8,3±.1	6,6±.1	11,6±.1
			106,3±.2	102,7±.3	107,5±.2	-9,9±.5	16,2±.9	-2,5±.5	12,8±.2	5,1±.3	11,4±.1

$$\left\{ \frac{\Delta W_j}{\alpha \Delta t} = \sigma + \rho_0 W_j - \sum_{i=1}^n a_i \left[\frac{W(0)\mu}{\lambda_i + \mu} e^{-\lambda_i t_j} + J_i(t_{j-1}) e^{-\lambda_i \Delta t} + \frac{\Delta W_j}{\lambda_i \Delta t} (1 - e^{-\lambda_i \Delta t}) \right] \right\}, \quad (3)$$

где $\Delta W_j = W(t_j) - W(t_{j-1})$, а $W(t)$ по предположению линейная функция внутри Δt .

Поскольку $N \gg 2n$, то избыточная система условных уравнений (3) может быть решена для a_i, σ, ρ_0 по МНК, а включая λ_i , каким-либо из методов максимального правдоподобия.

При исследовании органов СУЗ в моделях реактора БН-600 [4] были оценены расчетным путем и учтены экспериментально-пространственные изменения эффективности детектора при вводе поглощающего стержня АЗ в центр активной зоны. Затем они были использованы в оптимизационной программе оценок a_i только для U^{238} , где полные вклады U^{235} и U^{238} определялись при расчете $K_{эф}$. Величины a_i для U^{235} и λ_i для обоих изотопов взяты из работы [1]. Результаты оптимизации a_i для U^{235} , использующие несколько повторных измерений $W(t)$ при опускании поглотителя в центре АЗ, приведены в табл.1.

Поскольку измерения мощности проводились с $\Delta t = 1$ сек, оценки a_i для 5 и 6-ой групп соответствуют [1] и условию $\sum_{i=1}^n a_i = 1$.

Для оценки влияния различных данных по запаздывающим нейтронам, в частности, оптимизированных a_i , из расчетов полных вкладов делений U^{235} и U^{238} в $\beta_{эф}$ были изготовлены 3 системы констант a_i и λ_i , использующие:

- 1 - общепринятые данные Дж.Киппина [1],
- 2 - результаты группы Безанта [2],
- 3 - оптимальные a_i из табл.1, а остальные параметры по [1].

Эти системы были использованы для оценки эффективности по программе ОРУК, описанной в [4], 3-х типов поглощающих стержней: легкого Л1 и тяжелых Т1, Т2, при опускании их в центре и на середине радиуса активной зоны. Регистрация изменения уровня мощности производилась для 3-х положений детектора, располагавшегося вблизи внешней границы отражателя около центральной плоскости реактора.

Первое положение детектора находилось на радиусе, проходящем через боковое гнездо для поглощающего стержня, второе и третье соответственно под углами 30° и 180° к этому направлению.

В табл.2 представлены результаты этой оценки, где $\Delta\rho$ - полные эффективности стержня, σ - эффективные источники и Γ -амплитуды изменения чувствительности детектора при указанных выше условиях. Эксперимент в каждом случае производился дважды: при времени опускания $T_2 - T_1 \sim 6$ сек - нечетные строки таблицы и при $T_2 - T_1 \sim 50$ сек - четные строки.

Из результатов следует, что взаимосогласованные оценки параметров получаются только для 3-ей системы констант. Все последующие измерения и оценки методами ОРУК аналогичных эффектов в моделях реакторов, содержащих U^{235} и U^{238} , подтверждают этот вывод.

Поскольку основная неточность оптимальных оценок связана с ошибкой в оценке $\Gamma \neq 0$, выбор расположения детектора относительно места возмущения позволит существенно уменьшить погрешность в оценках a_i .

Список литературы

1. Киппин Дж. Физические основы кинетики ядерных реакторов/Перевод с английского под ред. В.А.Кузнецова. М.: Атомиздат, 1965.
2. Besant C.V., Callen P.J.//J. of the British Nucl. Energy Soc. 1977. V.16. N 2. PP.161-176.
3. Das S., Srinivasan M.//Atomkernenergie. 1976. Bd.27. Itg 1. S.18-22.
4. Казанский Ю.А., Матвеев И.П., Тютюнников П.Л., Шокодько А.Г.//Атомная энергия. 1981. Т.51. Вып.6. С.387.

КОНСТАНТЫ И ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

УДК 539.1.08

О ВЫБОРЕ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ СПЕКТРОМЕТРОВ ГАММА-ЛУЧЕЙ

Ф.Е. Чукреев

Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова

REGARDING TO SELECTION OF RADIOACTIVE SOURCES PROBLEM FOR γ -RAY SPECTROMETER CALIBRATION. Ba^{133} decay have been considered as an example. A scarcity of existing experimental data have been shown. The interpretation of these data must be acknowledged as ambiguous one. High uncertainty for γ -ray intensities is the consequence of this ambiguity.

В недавно изданном МАГАТЭ техническом отчете [1] даны итоги координационной исследовательской программы по выработке стандарта для калибровки спектрометров рентгеновского и γ -излучений.

В список рекомендованных к применению источников включен и Ba^{133} , для которого даны стандартные значения интенсивности рентгеновских и γ -лучей.

В табл. 1 даны оцененные значения вероятности испускания γ -лучей при распаде Ba^{133} .

Эта оценка, как указывают авторы отчета, получена из баланса схемы распада с учетом ранее опубликованных значений коэффициентов внутренней конверсии (КВК). Эта процедура вызывает некоторые сомнения. Дело в том, что сами эти КВК получены при определенных предположениях о мультипольностях соответствующих ядерных переходов и о факторах проникновения. Распад Ba^{133} уникален в некоторых отношениях. Оценка [4] приписывает переходам 79,623° и 80,997 кэВ аномально высокие факторы проникновения (4 и 6,5 соответственно). Эти факторы проникновения не могут быть определены экспериментально, а вычислены, исходя из отличия величины коэффициента внутренней конверсии от расчетного.

Вся оценка данных [4] выполнена в предположении, что переход с энергией 356,017 кэВ является чистым $E2$, которое отнюдь не подтверждено прямыми экспериментами. В какой мере это предположение сказывается на интерпретации экспериментальных данных? Ведь именно это предположение "ответственно" за аномально высокие факторы проникновения. Исследованию этого вопроса и посвящена настоящая статья.

Для анализа экспериментальных данных о распаде Ba^{133} были применены методы, основанные на решении задач линейного программирования, описанные в [2,3]. Эти методы обладают тем достоинством, что позволяют, записав в виде системы линейных ограничений результаты разнородных экспериментов, проверить их совместимость и однозначность интерпретации.

Прежде всего была проанализирована однозначность интерпретации экспериментов по внутренней конверсии. В качестве анализируемых данных были взяты из [4] сведения об интенсивностях конверсионных электронов, возникающих при распаде Ba^{133} , приведенные в табл. 2.

В анализ возможных значений мультипольности переходов не были включены данные из угловых корреляций γ -квантов и данные об абсолютных значениях КВК, полученные из абсолютного счета К α -лучей и γ -квантов. Данные из угловых корреляций не вполне однозначны из-за возможного влияния магнитных полей в веществе, а абсолютный счет квантов не слишком надежен из-за трудностей подобных экспериментов.

* Здесь и в дальнейшем энергия γ -квантов даются в соответствии с [4].

Данные табл.2 были обработаны программным комплексом CNVANL с целью получить возможные мультипольности переходов и предельные величины вкладов разных мультиполей. Результат этого анализа представлен в табл.3.

На втором этапе была составлена полная система ограничений, включающая в себя как результаты табл.3, так и интенсивности γ -квантов, данные в [1] и использованные рабочей группой. В рассмотрение были включены лишь результаты тех экспериментов, где приведены данные для всех квантов. Все эти данные об интенсивностях γ -квантов рассматривались нами как относительные.

Кроме того, в систему дополнительных ограничений были включены данные [4] об отношениях интенсивностей K -конверсионных электронов. Первая же проверка показала несовместимость этих данных для K -конверсионных электронов переходов 80,997 и 356,017 кэВ. Увеличение неопределенности этого отношения вдвое снимает противоречие в данных, делая систему ограничений совместной. Особенность перехода 80,997 кэВ состоит в том, что по соседству с ним, ближе 500 эВ, находится другой переход - 79,623 кэВ, и любая неточность в аппаратурной форме линии электронного спектра приведет к некорректному учету вклада электронов от обоих переходов. Это не противоречит и общестатистическим критериям - у одной из десяти величин ошибка может превосходить статистическую. Кроме того, в эту систему ограничений было введено условие, что β -распад в основное состояние Cs^{133} отсутствует. Это естественное требование, потому что этот распад не наблюдается экспериментально, а также бета-переход между состояниями $1/2^+$ и $7/2^+$ сильно запрещен. Полная система ограничений состояла из 124 уравнений со 119 неизвестными.

В условиях указанных ограничений были решены для каждого из экспериментов рабочей группы (см. в [1]) задачи поиска минимального и максимального значений интенсивностей для каждого γ -кванта. Результаты этих расчетов представлены в табл.4.

В верхней строке таблицы указана нумерация рассмотренных экспериментов, совпадающая с нумерацией в [1]. Здесь же приводится и результат для оцененных значений интенсивности квантов (см. колонку Eval). В табл.4 для каждого кванта даны максимальное и минимальное значения интенсивности (квант/100 распадов), согласующиеся с системой ограничений. Необходимо, конечно, иметь в виду, что интенсивности всех квантов не могут быть одновременно максимальными или минимальными.

Решение этой системы прежде всего показало, что все переходы в рассматриваемом распаде могут иметь лишь положительную четность.

После того как были исследованы допустимые границы изменения интенсивности квантов, с этой же системой ограничений и данными Eval из [1] была решена задача минимизации суммы модулей относительных отклонений от средних экспериментальных значений. Решение этой задачи получилось неоднозначное. Обнаружено, что три варианта, отличающиеся мультипольностью переходов 276.398 кэВ и 356,017 кэВ, практически одинаково хорошо описывают экспериментальные результаты исследований распада Ba^{133} . Эти варианты сведены в табл.5.

Степень согласия всех этих вариантов приблизительно одинакова - вариант 2 показывает чуть лучшее согласие с экспериментом, но это отличие нельзя признать решающим. Данные об интенсивностях γ -лучей для этих трех вариантов сведены в табл.6.

Видно, что отказ от предположения, что переход 356,02 кэВ является чистым $E2$ переходом не приводит к противоречию с экспериментальными данными. Более того, отказ от этого предположения позволяет отказаться и от аномально высоких значений факторов проникновения. Но, конечно, спинам возбужденных состояний Cs^{133} должны быть приписаны другие значения. Минимальное изменение схемы уровней Cs^{133} может быть получено в предположении, что его возбужденное состояние 437 кэВ имеет спин не $1/2^+$, а $3/2^+$, хотя и другие варианты исключить нельзя. Но спин возбужденного состояния не является величиной, непосредственно определяемой в эксперименте. Его величина в данном случае была получена в [4] из анализа мультипольностей переходов.

Из табл.6 следует, что различие в интенсивностях квантов для разных вариантов смеси мультиполей, допускаемых экспериментальными данными о распаде Ba^{133} , существенно превосходит неопределенность, сообщаемую [1] (см. табл.1).

Более того, в свете изложенного необходимо, на наш взгляд, внимательно изучить обоснованность точности, данной в [1], во всех тех случаях, когда в процессе распада заметную роль играют конверсионные электроны.

Таблица 1

Энергия кванта, кэВ	Вероятность излучения, квант/распад
80,998±0,005	0,3411±0,0028
276,398±0,001	0,07147±0,00030
302,853±0,001	0,1830±0,0006
356,017±0,002	0,6194±0,0014
389,851±0,003	0,8905±0,00029

Таблица 2. Использованные данные об относительных интенсивностях конверсионных электронов

Энергия перехода, кэВ	Относительные интенсивности
53,161	K:L1=840±160:85±12; L1:L2=7,4±1,3
79,623	K:L1:L2:L3=285±20:36±3:4,4±0,8:2,8±0,6
80,997	K:L1:L2:L3=100:12,9±0,4:1,94±0,06:1,44±0,05
160,613	K:L1:L2:L3=11,1±0,3:1,08±0,09:0,54±0,05:0,51±0,04
223,224	K:L=7,8±0,8
276,398	K:L=5,4±0,3
302,853	K:L=6,9±0,3
356,017	K:L=6,1±0,3
383,851	K:L=6,1±0,4

Таблица 3

Энергия перехода, кэВ	Возможные мультипольности	Границы для величины X	Переход между состояниями
53,161	(100-X)M1+XE2	0,28<X<0,54	437→383
	(100-X)E1+XM2	0,81<X<1,21	
79,623	(100-X)M1+XE2	0,16<X<0,34	160→81
80,997	(100-X)M1+XE2	2,45<X<2,86	81→0
160,613	(100-X)M1+XE2	49,8<X<56,6	160→0
223,224	(100-X)M1+XE2	X<22,1	383→160
	(100-X)E1+XM2	X<6,05	
	(100-X)M1+XE2	X>73,3	
276,398	(100-X)E1+XM3	X<18,4	437→160
	(100-X)M2+XE3	X<29,9	
	(100-X)M1+XE2	9,1<X<63,0	
302,853	(100-X)E1+XM2	1,85<X<100	383→81
	(100-X)M2+XE3	X<2,9	
	(100-X)M1+XE2	X>63,5	
356,017	(100-X)E2+XM3	X<11,6	437→81
	(100-X)M2+XE3	X<32,8	
	(100-X)M1+XE2	X<79,1	
383,851	(100-X)M1+XE2	X<79,1	383→0

Таблица 4

Эксп./ квант	3/4	4/4	5/5	6/6	7/6	12/9	14/15	20/21	21/22	Eval.
53,16	2,042	2,054	2,024	1,918	1,937	2,039	2,007	2,061	2,096	2,058
	2,220	2,228	2,917	2,063	2,091	2,388	2,178	2,175	2,206	2,133
79,62	2,414	2,416	2,507	2,623	2,578	2,444	2,487	2,307	2,393	2,498
	2,660	2,652	2,620	2,828	2,781	2,789	2,715	2,509	2,570	2,654
81,00	32,91	32,89	32,77	33,02	33,11	32,90	32,92	32,90	32,98	32,98
	33,21	33,19	33,13	33,36	33,44	33,27	33,29	33,18	33,23	33,17
160,61	0,5954	0,6038	0,6241	0,5659	0,5829	0,6004	0,5791	0,5928	0,6023	0,6110
	0,6492	0,6521	0,6517	0,6098	0,6288	0,6571	0,6248	0,6723	0,6323	0,6324
223,23	0,3882	0,4203	0,4421	0,4039	0,4018	0,4228	0,4218	0,4062	0,4081	0,4313
	0,4451	0,4647	0,4723	0,4356	0,4331	0,4674	0,4494	0,4614	0,4290	0,4474
276,40	6,734	6,738	7,006	6,481	6,272	6,629	6,696	6,697	6,707	6,836
	7,158	7,162	7,309	6,973	6,749	7,180	7,069	7,070	7,043	7,026
302,85	17,25	17,31	17,92	16,46	16,11	16,98	17,01	17,15	17,13	17,52
	18,30	18,37	18,97	17,71	17,34	18,32	18,06	18,17	17,95	17,97
356,02	58,56	58,77	60,55	55,51	54,51	57,49	57,50	58,54	58,51	59,36
	62,13	62,35	62,89	59,73	58,67	62,26	61,02	61,52	60,79	60,77
383,85	8,428	8,481	8,612	8,091	7,836	8,270	8,260	8,512	8,368	8,530
	8,915	8,972	9,240	8,654	8,387	8,927	8,738	8,910	8,739	8,741

Таблица 5

Энергия кванта, кэВ	Вариант		
	1	2	3
276,398	0,26M1+0,733E2	E2	0,267M1+0,733E2
356,017	0,977E2+0,003M3	0,365M1+0,635E2	0,207M1+0,793E2

Таблица 6

Энергия кванта, кэВ	Вариант		
	1	2	3
53,16	2,123	2,116	2,125
79,62	2,538	2,545	2,539
81,00	33,12	33,13	33,12
160,61	0,6204	0,6227	0,6202
223,23	0,4337	0,4400	0,4378
276,40	6,993	6,942	6,997
302,85	17,88	17,83	17,83
356,02	60,33	60,16	60,39
383,85	8,674	8,649	8,683

Список литературы

1. X-ray and gamma-ray standards for detector calibration/IAEA-TECDOC-619, IAEA, September 1991.
2. Chukreev F.E. The operation research as an instrument for analysis and planning of nuclear spectroscopic experiment/INDC(CCP)-309/N, IAEA, December 1989.
3. Чукреев Ф.Е.//Вопросы атомной науки и техники. Сер.Ядерные константы. 1990. Вып.2. С.34.
4. Sergeenkov Yu.V., Sigalov V.M./Nuclear Data Sheets for A=133. NDS 49, 639 (1986).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ ИНДЕКС

работ, помещенных в настоящем выпуске, в Международной системе СИИДА

Element		Quantity	Laboratory	Worktype	Energy, eV		Page	Comments
B	A				min	max		
AL	027	TOT	LI	EXPT	3.0+6	5.0+7	2,3	ISAEV+TOF, CYCL U-240, FIG
Y	089	TOT	LI	EXPT	3.0+6	5.0+7	2,3	ISAEV+TOF, CYCL U-240, FIG
NB	093	TOT	LI	EXPT	3.0+6	5.0+7	2,3	ISAEV+TOF, CYCL U-240, FIG
MO	000	TOT	LI	EXPT	3.0+6	5.0+7	2,3	ISAEV+TOF, CYCL U-240, FIG
BA	133	FPG	KUR	EX+TH	5.3+4	3.8+5	92	CHUKREEV, ANAL OF EXPT, EG, INT, TBL
SM	147	RES	DUB	EXPT	1.5+1	9.0+2	75	GEORGIEV+TOP+M.SP-RY, EN, J, WG, TEL
SM	148	RES	DUB	EXPT	1.5+1	9.0+2	75	GEORGIEV+TOP+M.SP-RY, EN, J, WG, WN, TEL
BI	209	TOT	LI	EXPT	3.0+6	5.0+7	2,3	ISAEV+TOF, CYCL U-240, FIG
MA	NY	NXN	FEI	THEO	2.0+6	5.0+7	4	LUNEV+EXC.FUNC.CALC., X=1,5, TBL, FIG
MA	NY	NP	FEI	THEO	6.0+6	5.0+7	4	LUNEV+CALC, NKPXN, K=1,3, X=0,5, TBL, FIG

УДК 539.17

ОЦЕНКА НЕЙТРОННЫХ СЕЧЕНИЙ РЕАКЦИЙ НА ЯДРАХ - ПРОДУКТАХ ДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ ДО 50 МэВ/В.П.Лунев, В.С.Мастеров, Ю.Н.Шубин. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы, 1992, вып.2, с.4.

В работе приводятся результаты оценки сечений реакций, вызванных нейтронами с энергией до 50 МэВ на ядрах - продуктах деления, представляющих наиболее сложную проблему из-за высокого выхода и больших времен жизни при реализации экологически оптимального топливного цикла ядерной энергетики. Нейтронные сечения рассчитывались с использованием программы ALICE-87. Полученные результаты могут служить в качестве исходных данных при разработке концепции выжигания и трансмутации радиоактивных отходов ядерной энергетики (рис.67, табл.67, список лит. - 9 назв.).

УДК 539.172

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ ^{147}Sm и ^{148}Sm /Г.Георгиев, Ю.С.Замятин, Л.Б.Пикельнер, Г.В.Мурадян, Ю.В.Григорьев, Т.Маджарский, Н.Янева. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы, 1992, вып.2, с.75.

В данной работе представлены результаты исследования радиационного захвата резонансных нейтронов изотопами ^{147}Sm и ^{148}Sm в области разрешенных резонансов с применением метода спектрометрии множественности. Выбор в качестве объектов исследования этих изотопов определялся тем, что ^{147}Sm имеет спин основного состояния $7/2^-$ и после захвата S-нейтрона образует системы уровней со спинами 3^- и 4^- . Это позволяет проверить наличие корреляции между спином уровня и характеристиками гамма-квантов его девозбуждения. Кроме того, значения радиационных ширин, известных для нескольких низкоэнергетических резонансов этого изотопа, имеют значительные флуктуации, что нуждается в подтверждении. В отличие от ^{147}Sm четно-четный изотоп ^{148}Sm для всех S-резонансов имеет спин $J=1/2$, однако для этого изотопа известны только значения энергий его 5 резонансов. В связи с этим было целесообразно иметь более полную информацию о его резонансах, определить их нейтронные и радиационные ширины, получить данные о его гамма-квантах захвата и сопоставить их с данными по ^{147}Sm (рис.9, табл.3, список лит. - 6 назв.).

УДК 539.170

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СРЕДНИХ СЕЧЕНИЙ В ОБЛАСТИ НЕРАЗРЕШЕННЫХ РЕЗОНАНСОВ ДЛЯ СЛУЧАЯ ДВУХ ВЫХОДНЫХ КАНАЛОВ/А.А.Лукьянов, А.Г.Высоцкий, В.Ф.Украинцев. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы, 1992, вып.2, с.86.

Предлагается усовершенствованная методика аналитического расчета простейших среднегрупповых функционалов нейтронных сечений - средних сечений в области неразрешенных резонансов для случая, когда из выходных каналов открыты один упругий нейтронный канал, один двухчастичный нерадиационный и множество радиационных. Данная методика является обобщением опубликованного ранее метода расчета функционалов для одного нейтронного и множества радиационных выходных каналов (список лит. - 5 назв.).

УДК 621.039.526

ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЛЕЙ ЗАПАЗДЫВАЮЩИХ НЕЙТРОНОВ В РЕАКТОРЕ/П.Л.Тютюнников. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы, 1992, вып.2, с.89.

Рассмотрены вопросы влияния систем параметров запаздывающих нейтронов при измерении основных функционалов ядерного реактора методом обращенного решения уравнений кинетики.

Указана принципиальная возможность оптимизации параметров запаздывающих нейтронов в методах ОРУК и оптимальный набор эффективных долей α_i для U^{235} , полученный на основе измерений кинетики в моделях быстрых реакторов.

Приведены результаты измерения интегральных параметров реактора при использовании различных систем констант для запаздывающих нейтронов (табл.1, список лит. - 4 назв.).

О ВЫБОРЕ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ СПЕКТРОМЕТРОВ ГАММА-ЛУЧЕЙ/Ф.Е.Чукреев. - Вопросы атомной науки и техники. Сер. Ядерные константы, 1992, вып.2, с.92.

На примере анализа данных о распаде Ba^{133} показано, что существующие экспериментальные данные не полны. Их интерпретация не может быть признана однозначной. Эта неоднозначность ведет к сравнительно высокой неопределенности в интенсивности гамма-лучей, сопровождающих этот распад (табл.6, список лит. - 4 назв.).

Технический редактор Н.А.Борзова

Сборник подготовили к печати: В.Н.Долженко, Л.А.Голубенкова, В.М.Замарнова

Подписано в печать 29.10.92 г.

Формат 60x84 1/8

Печать офсетная

Уч.-изд. л. 12,5

Усл. печатных л. 12 Тираж 245 экз.

Заказ № 695

Цена 32 р. 00 к.

Отпечатано на ротапринтере ФЭИ
249020, г.Обнинск Калужской обл.,
Физико-энергетический институт

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ
ДЛЯ АНАЛИЗА ВОЗМОЖНОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
МУЛЬТИПОЛЬНОСТИ ЯДЕРНЫХ ПЕРЕХОДОВ
CNVANL

Результат анализа экспериментов по измерению угловых корреляций и спектров конверсионных электронов не всегда может быть выполнен однозначно. Для достоверного построения системы уровней и переходов, равно как и для планирования экспериментов, все случаи таких неоднозначностей должны быть приняты во внимание. Удобные методы такого анализа, базирующиеся на исследованиях операций, разработаны и применяются при оценке данных в Центре по данным о строении атомного ядра и ядерным реакциям Минатомэнерго (ЦАЯД) с использованием IBM-совместимого персонального компьютера.

Процесс анализа состоит из трех этапов:

1. Список энергий γ -переходов, записанных в формате ЕНСДФ, обрабатывается программой LIDER, которая для каждого перехода создает два текстовых файла, содержащих ряд вспомогательных ограничений, освобождая человека от необходимости вычислять коэффициенты внутренней конверсии.

2. Эти файлы дополняются ограничениями, налагаемыми существующими экспериментальными данными, правила записи которых можно найти в сборнике "ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ", сер.: Ядерные константы, 1990, вып.2, с.34.

3. Полученные массивы обрабатываются программой CNVANL, которая выдает все возможные для данной совокупности экспериментов смеси мультипольностей (от E1 до M4).

Поскольку ЦАЯД заинтересован в получении достоверных данных, то любая группа экспериментаторов может получить этот программный комплекс безвозмездно, выслав в ЦАЯД две дискетки высокой плотности.

Цена 32 р. 00 к.

Индекс 3645