

37.РУБИДИЙ

37.1. Рубидий-83

Радиоактивен ($T_{1/2}=86.2$ дн.). Захватывая орбитальный электрон превращается в стабильный криптон-83.

Возможные реакции образования $^{85}\text{Rb}(n,3n)$; $^{85}\text{Rb}(n,2n)$ $^{84}\text{Rb}(n,2n)$; $^{84}\text{Sr}(n,d)$, (n,np) .

Выход при делении $^{235}\text{U} - 1.7 \cdot 10^{-7}$; $^{239}\text{Pu} - 7.8 \cdot 10^{-9}$.

Полных наборов оцененных нейтронных данных нет ни в одной из современных библиотек. В EAF-2003 содержится последняя оценка нейтронных сечений, основанная на теоретических расчетах. Согласно этой оценке сечение захвата тепловых нейтронов и резонансный интеграл равны, соответственно:

$\sigma_c=24.6$ барн

$RI=40.8$ барн.

Экспериментальных данных для проверки оцененных сечений не имеется.

Заключение

Принять в РОСФОНД файл оцененных нейтронных данных из EAF-2003. Сечения возбуждения изомерных состояний, содержащиеся в файле MF=10, сложить по подсекциям и суммы занести в соответствующие секции файла MF=3. Файлы MF=10 и MF=8 опустить.

Автор заключения

Николаев М.Н.

37.2. Рубидий-84

Радиоактивен ($T_{1/2}=32.8$ дн.). Захватывая орбитальный электрон превращается в стабильный криптон-84.

Возможные реакции образования $^{85}\text{Rb}(n,2n)$; $^{84}\text{Sr}(n,p)$, $^{86}\text{Sr}(n,t)$, (n,nd) .

Выход при делении $^{235}\text{U} - 1.7 \cdot 10^{-6}$; $^{239}\text{Pu} - 2.2 \cdot 10^{-7}$.

Полных наборов оцененных нейтронных данных нет ни в одной из современных библиотек. В EAF-2003 содержится последняя оценка нейтронных сечений, основанная на теоретических расчетах. Согласно этой оценке сечения реакций для тепловых нейтронов и резонансные интегралы равны, соответственно:

$\sigma_a=10^{-10}$ барн

$\sigma_p=14.0$ барн

$\sigma_c=23.8$ барн

$RI_a=1.2 \cdot 10^{-9}$ барн.

$RI_p=6.28$ барн.

$RI_c=389$ барн.

В EXFOR содержатся следующие данные:

Hagberg-76: $\sigma_a=0.06$ барн,

$\sigma_p=12 \pm 2$ барн;

Anderson-76: $\sigma_p=12 \pm 2$ барн.

Неясно, из каких соображений сечение реакции (n,α) было столь занижено по сравнению с результатом единственного эксперимента, и почему сечение реакции (n,p) не совпадает с совпавшими результатами двух экспериментов.

Экспериментальных данных о сечении радиационного захвата в EXFORe не содержится.

Энергетическое поведение сечений поглощения нейтронов показано на рис.1

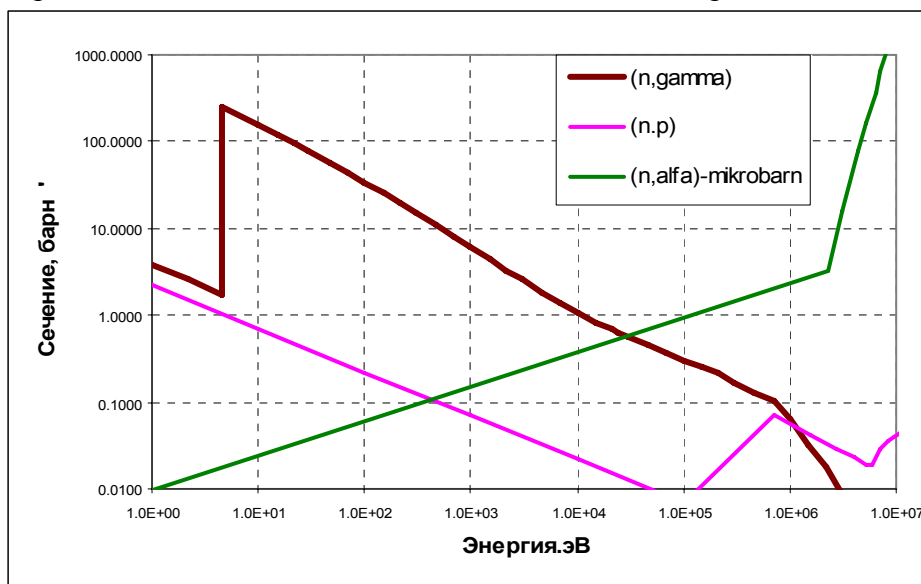


Рис.1. Сечения радиационного захвата, реакций (n,p) и (n,α)

Заключение

Принять в РОСФОНД файл оцененных нейтронных данных из EAF-2003. Сечения возбуждения изомерных состояний, содержащиеся в файле MF=10, сложить по подсекциям и суммы занести в соответствующие секции файла MF=3. Файлы MF=10 и MF=8 опустить.

При возможности следовало бы детально рассмотреть экспериментальную и расчетно-теоретическую ситуацию о сечениях реакций с вылетом заряженных частиц.

Автор заключения

Николаев М.Н.

37.3. Рубидий-85

Содержание в естественной смеси 72.17%

Возможные реакции образования $^{87}\text{Rb}(n,3n)$; $^{85}\text{Sr}(n,p)$, $^{86}\text{Sr}(n,d)$, (n,np) .

Выход при делении $^{235}\text{U} - 1.8 \cdot 10^{-2}$; $^{239}\text{Pu} - 9.7 \cdot 10^{-3}$.

В современных библиотеках оцененных нейтронных данных используются две JEFF-3.1 оценка Группелаара и Менапаса (Y. Gruppelaar, E. Menapace, 1982).

JENDL-3.3 и ФОНД-2.2 – оценка японской группы по оценке продуктов деления, 1990.

ENDF/B-VIIb2 – та же оценка с полностью пересмотренной областью разрешенных резонансов, существенно расширенной за счет учета результатов дополнительных экспериментов.

В этих условиях целесообразность выбора ENDF/B-VIIb2 для РОСФОНДА представляется очевидной.

Сечения взаимодействия тепловых нейтронов и резонансные интегралы захвата из сравниваемых оценок приведены в нижеследующей таблице.

Оценка	$\sigma(0.0253 \text{ эВ})$			RI
	Полное	Упругое	Захват	Захват
JEFF-3.1	6.78	6.30	0.48	6.37
JENDL-3.3	6.33	5.85	0.48	8.73
ENDF/B-VIIb2	6.74	6.25	0.49	7.61

Пересмотр области разрешенных резонансов оказался весьма существенным. Полное число резонансов в интервале до 19 кэВ возросло с 138 до 290 (не считая связанных состояний). Резко изменилась идентификация четности: число s-резонансов не только не возросло, но даже сократилось; р-резонансы идентифицированы во всей области разрешенных резонансов, а не только в ее нижней части (см. рис.1). В результате среднее расстояние между р-резонансами стало существенно меньше, чем между s-резонансами, что и должно быть из статистических соображений.

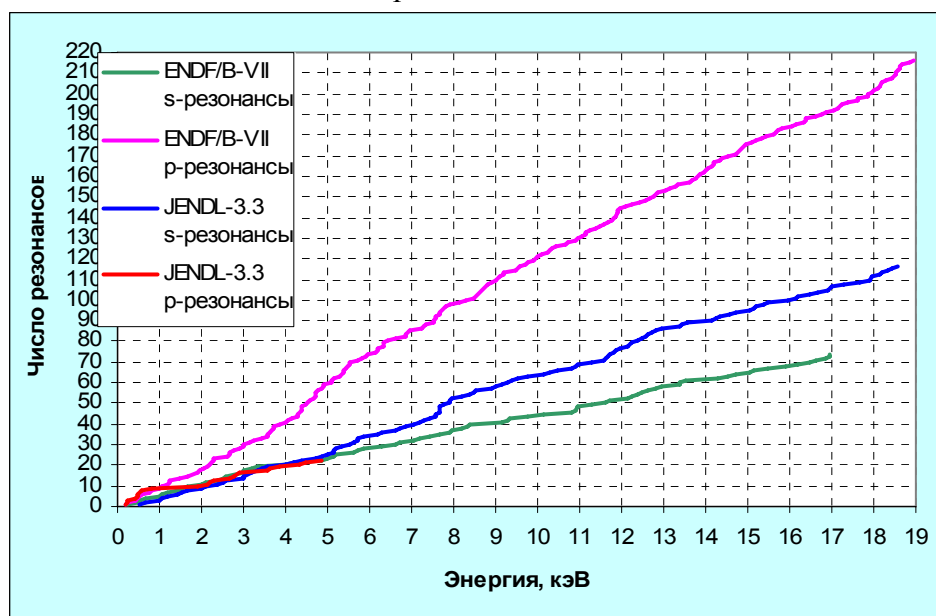
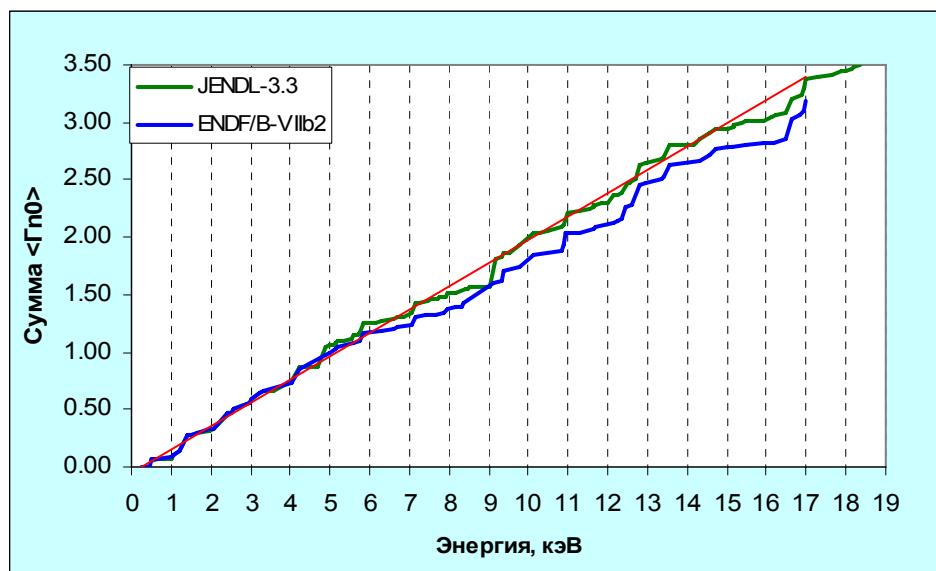


Рис.1. Нарастающие суммы числа резонансов

На рис.2. изображены нарастающие суммы приведенных нейтронных ширин s-резонансов. Видно, что в категорию р-уровней переведены резонансы с малыми нейтронными ширинами: сильное сокращение числа s-резонансов слабо сказалось на сумме приведенных нейтронных ширин. Похоже, однако, что с переводом s-резонансов в р- несколько перестарались: нарастающая сумма отклоняется вниз от прямой, проведенной через начальный участок (до 6 кэВ). Это, видимо, и побудило сохранить в ENDF/B-VIIb2 ту же границу области разрешенных резонансов, что и в JENDL-3.3 – до 8.468 кэВ.



Что касается области неразрешенных резонансов и области более высоких энергий, то тут оценка, как уже говорилось, сохранена прежней – она простирается до 100 кэВ. Пример согласия между оцененными данными и результатами измерений приведен на рис.3 для сечения захвата.

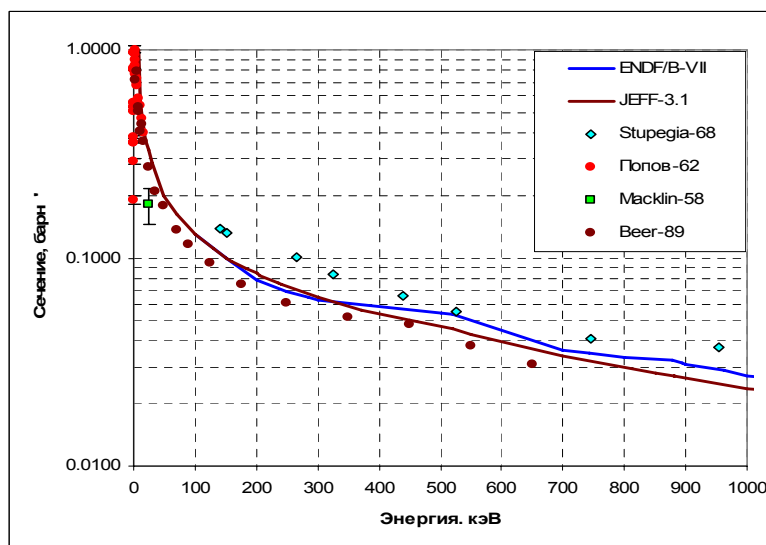


Рис.3. Сечение захвата

Заключение

Принять в РОСФОНД файл оцененных нейтронных данных из ENDF/B-VIIb2.

При возможности следовало бы переоценить область разрешенных резонансов расширив ее границы и, если потребуется, учесть вклад пропущенных резонансов либо плавной подложкой, либо путем введения фиктивных резонансов.

Автор заключения

Николаев М.Н.

37.4. Рубидий-86

Радиоактивен ($T_{1/2}=18.7$ дн.). испытывая бета-распад превращается в стабильный стронций-84.

Возможные реакции образования $^{85}\text{Rb}(n,\gamma)$; $^{86}\text{Sr}(n,2n)$, $^{86}\text{Sr}(n,p)$.

Выход при делении $^{235}\text{U} - 1.25 \cdot 10^{-4}$; $^{239}\text{Pu} - 3.8 \cdot 10^{-5}$.

В современных библиотеках оцененных нейтронных данных используются две оценки:

JEFF-3.1 оценка Шентера, Шмиттроса и Рейча (R.Schenter, F.Schmittroth, C.Reich, 1979), выполненная для ENDF/B-V и слегка ревизованная в 1982 г. международной группой по оценке продуктов деления;

ENDF/B-VIIb2 – Оценка Хермана, Обложинского, Сарера и Мухабхаба (M.Herman, P. Oblozinsky, B.Sarer, C. Mughabghab, 2005). Введена область разрешенных резонансов - 10 резонансов до 129 эВ. Энергия 1-го резонанса принята равной 0.0297 эВ, что явилось причиной аномально высокого сечения захвата (основания для этого не сообщаются).

Выполнены полные теоретические расчеты, позволившие получить коррелированные энерго-угловые распределения и данные об образовании фотонов в нейтронных реакциях.

В JENDL-3.3 данных для рубидия-86 не содержится.

В ФОНД-2.2 приведены лишь сечения реакций из EAF-3.

В EXFOR экспериментальных данных для ^{86}Rb нет.

В связи с аномально низким положением первого резонанса из оценки ENDF/B-VIIb2 следует аномально высокое сечение захвата тепловых нейтронов ^{86}Rb : $\sigma_c=223103$ барн. Для сравнения: в JEFF-3.1 $\sigma_c=4.9$ барн, в ФОНД-2.2 – 3.56 барн, EAF-2003 – 20 барн. Естественно, резонансный интеграл также аномально высок – он превосходит 280 килобарн. Возможно, группа оценки ENDF/B-VII располагала некоей дополнительной экспериментальной информацией, побудившей их столь резко увеличить сечение захвата, однако, в доступной документации по этой оценке¹ ничего по этому поводу не говорится. В текстовой части файла сказано:

RESONANCE REGION FAKE!

Authors: S. Mughabghab

- Resolved Resonances (MLBW) <0.1293 keV

- Unresolved Resonances none

После завершения настоящей работы выяснилось, что в окончательной версии библиотеки ENDF/B-VII.0 эта явная ошибка устранена. Первый резонанс имеет энергию 112 эВ. Тепловое сечение захвата 1ю562 барна, резонансный интеграл -36ю5 барна.

Заключение

Принять в РОСФОНД файл оцененных нейтронных данных из ENDF/B-VII.

Автор заключения

Николаев М.Н.

¹ <http://www.nndc.bnl.gov/sg21/rev/37-rb86.doc> (Pavel Oblozinsky, BNL, March 17, 2004)

37.5. Рубидий-87

Содержание в естественной смеси 27.83%.

Слабо радиоактивен ($T_{1/2}=2.97 \cdot 10^{10}$ лет).

Возможные реакции образования $^{87}\text{Sr}(n,p)$, $^{89}\text{Sr}(n,d)$, (n,np) .

Выход при делении $^{235}\text{U} - 2.7 \cdot 10^{-2}$; $^{239}\text{Pu} - 1.3 \cdot 10^{-2}$.

В современных библиотеках оцененных нейтронных данных используются три оценки:

JEFF-3.1 оценка Шентера, Рейча и Принца (Shenter, Reich, Prince, 1984), выполнявшаяся для ENDF/B-V, пересмотренная рабочей группой. В результате пересмотра число резонансов сократилось с 15 до 8. Тепловые сечения и резонансный интеграл не указываются.

JENDL-3.3, ФОНД-2.2 и ENDF/B-VIIb2 – оценка японской группы по оценке продуктов деления, 1990. Согласно этой оценке

$\sigma_t=4.48$ барна

$\sigma_{el}=4.36$ барна

$\sigma_c=0.12$ барна

$RI=2.72$ барна.

Область разрешенных резонансов содержит 28 s- и 2 p-резонанса. Судя по нарастающей сумме числа резонансов (см. рис.1) существенного пропуска уровней нет. Между тем область разрешенных резонансов ограничена 12.46 кэВ. Область неразрешенных резонансов простирается от этой границы до 100 кэВ

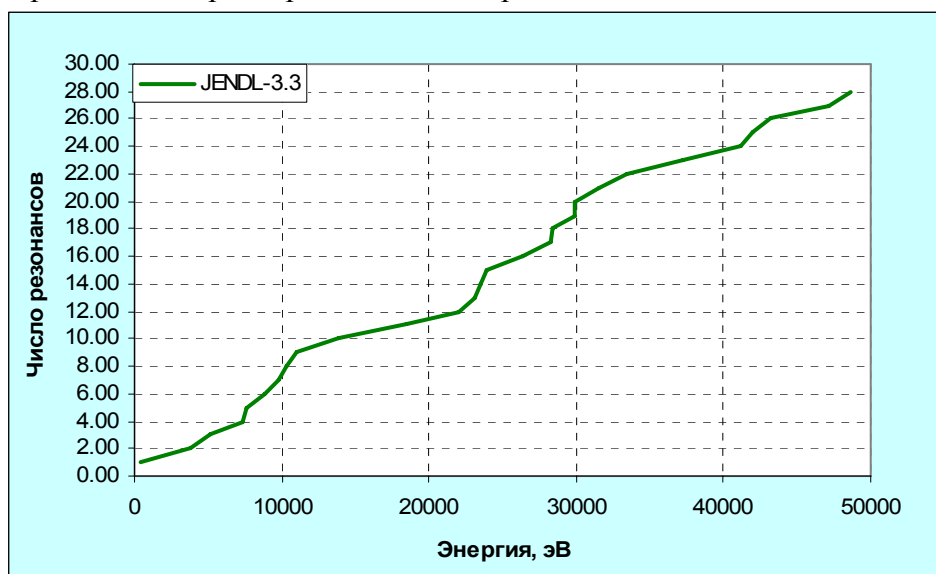


Рис.1. Нарастающие суммы числа резонансов

В EXFORe экспериментальных данных по нейтронным сечениям рубидия-87 не содержится.

Заключение

Принять в РОСФОНД файл оцененных нейтронных данных из EAF-2003.

При возможности следовало бы переоценить область разрешенных резонансов расширив ее границы и, если потребуется, учесть вклад пропущенных резонансов либо плавной подложкой, либо путем введения фиктивных резонансов.

Автор заключения

Николаев М.Н.