

18. АРГОН

В ФОНД-2.2 содержались данные о нейтронных сечениях стабильных и радиоактивных изотопов аргона из EAF-3, а также полный набор данных для природного аргона (оценка Howerton, 1983, из ENDL-84).

В JENDL-3.3 содержатся данные только для природного аргона (T.Watanabe, 1994)

В ENDF/B-VII также содержатся данные только для природного аргона (Mann, 1979)

В JEFF-3.1 для аргона-36 и -38 приняты оценки H.Gruppelaar и H. Wan Der Kamp, 1983. для аргона-40 принята оценка Ватанабе для природного аргона из JENDL-3.3.

18.1. Аргон-36

Содержание в естественной смеси 0.337%

Оценка H.Gruppelaar и H. Wan Der Kamp, 1983, выполнена на основе модельных расчетов. Область разрешенных резонансов простирающаяся до 46кэВ содержит единственный резонанс при 20 кэВ (не считая связанного состояния при -10 кэВ). Область неразрешенных резонансов, простирающаяся до 1.2 МэВ, содержит существенную знакопеременную подложку. В Таблице 1 тепловые сечения и резонансный интеграл захвата, вычисленные на основе файла JEFF-3.1, сравниваются с рекомендацией Мухабхаба¹. Наблюдается приемлемое согласие.

Таблица 1. Тепловые сечения и резонансный интеграл аргона-36.

Величина	Мухабхаб	Рассчитано по NJOY
σ_{γ}	5.2±0.5	5.04
σ_s	73.7±0.4	74.8
σ_{α}	0.0055±0.0001	0
RI_{γ}		2.26

Заключение

Учитывая отмеченное выше, а также в связи с отсутствием альтернативы и низким содержанием аргона-36 в естественной смеси, решено принять в РОСФОНД оценку H.Gruppelaar и H. Wan Der Kamp, 1983. из JEFF-3.1

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

18.2. Аргон-37

Радиоактивен. Распадается путем захвата орбитального электрона в хлор-37 ($T_{1/2}=35.0$ д). В оценке EAF-2003 тепловые сечения согласуются с рекомендацией Мухабхаба (см. таблицу 2). Однако в энергетическом ходе сечений резонансная структура сечений в этой оценке не проявляется, тогда как Мухабхаб приводит параметры двух резонансов – при 1540эВ и 2630 эВ и указывает наличие резонансов также при 21.5 кэВ и при 38 кэВ, проявившихся в (n, α)-реакции². В оценке EAF-2003 резонансные параметры

¹ S.F.Mughabghab. Atlas of Neutron Resonances. Resonance Parameters and Thermal Cross Sections. ELSEVIER, 2005.

² Goeminne, Nucl. Phys. 678, 11, 2000.

традиционно не приводятся. Не проявлены они и в энергетическом ходе сечения реакции (n, α) (см. рис.1). В то же время значения сечений нейтронных реакций при тепловой энергии практически совпадают с рекомендованными Мухабхабом (см. табл.2)

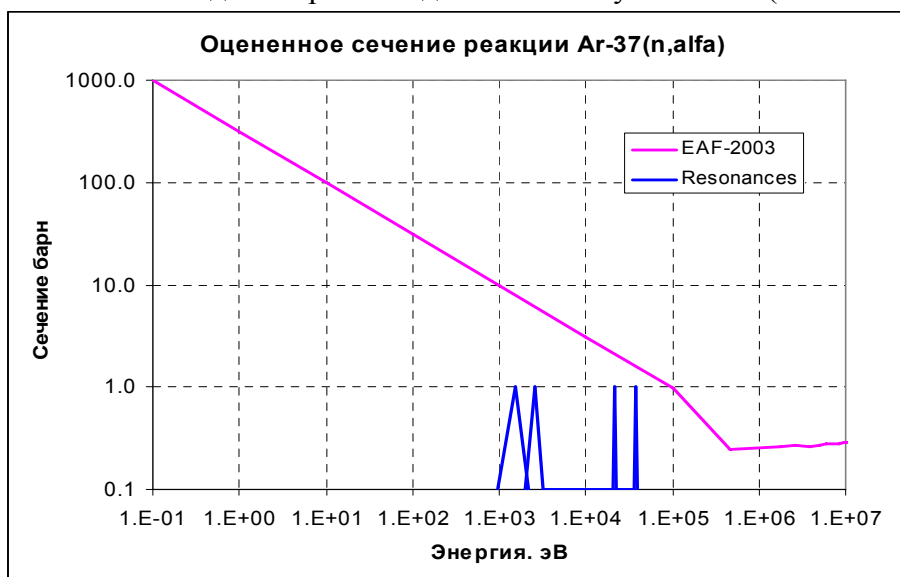


Таблица 2. Тепловые сечения и резонансные интегралы аргона-37.

Величина	Мухабхаб	Рассчитано по NJOY
σ_{γ}		0.50
σ_p	69 \pm 14	65
σ_{α}	1970 \pm 330	1970
RI_{γ}		0.23
RI_p		29
RI_{α}		884

Заключение

Принять в РОСФОНД оценку нейтронных сечений из EAF-2003. Рекомендовать пересмотр этой оценки с учетом вновь появившихся данных по сечениям реакций с вылетом заряженных частиц.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

18.3. Аргон-38

Содержание в естественной смеси 0.063%.

Оценка H.Gruppelaar и H. Wan Der Kamp, 1983, выполнена на основе модельных расчетов. Область разрешенных резонансов простирающаяся до 300кэВ содержит единственный резонанс при 135 кэВ (не считая связанного состояния при -4.96 кэВ). Область неразрешенных резонансов, простирающаяся до 1.2 МэВ, содержит существенную знакопеременную подложку. В Таблице 1 тепловые сечения и резонансный интеграл захвата, вычисленные на основе файла JEFF-3.1, сравниваются с рекомендацией Мухабхаба¹.

Таблица 1. Тепловые сечения и резонансный интеграл аргона-36.

Величина	Мухабхаб	Рассчитано по NJOY
σ_{γ}	0.8 ± 0.2	0.80
σ_s	1.5 ± 1.5	8.9
RI_{γ}		0.35

Заключение

Учитывая согласие данных по сечению захвата, а также в связи с отсутствием альтернативы и низким содержанием аргона-36 в естественной смеси, решено принять в РОСФОНД оценку H.Gruppelaar и H. Wan Der Kamp, 1983. из JEFF-3.1 несмотря на существенное расхождение в не надежно измеренном сечении рассеяния.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

18.4. Аргон-39

Радиоактивен. Испытывает бета-распад в калий-38 ($T_{1/2}=269$ г).

Заключение

Принять в РОСФОНД оценку нейтронных сечений из EAF-2003.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.

18.5. Аргон-40

Содержание в естественной смеси 99.600%.

В оценке T.Watanabe, 1994 область разрешенных резонансов простирается до 1.49774 эВ и содержит 26 s-резонансов, 122 p-резонанса, 54 d-резонанса и 7 f-резонансов.

Нарастающие суммы этих резонансов показаны на рис.2.

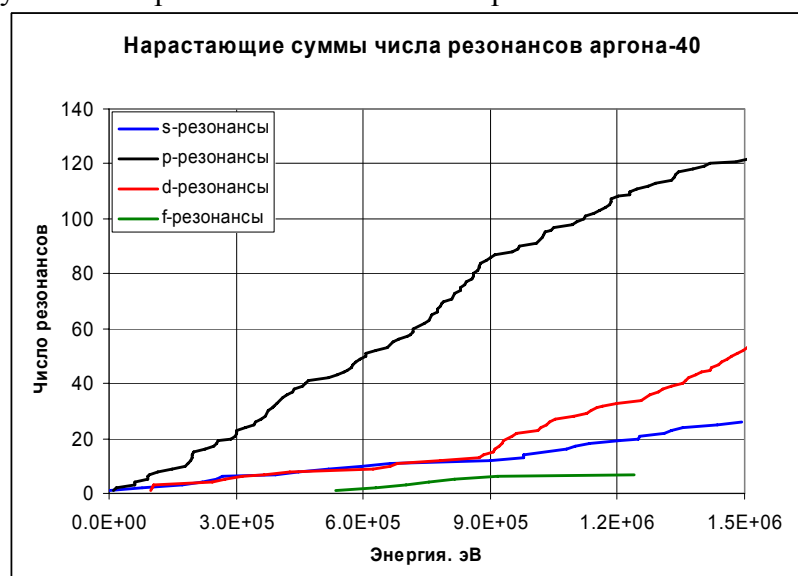


Рис.2.

Резонансные параметры соответствуют рекомендации Мухабхаба¹. Судя по характеру нарастающих сумм резонансов пропуск резонансов едва ли существенен. На рис.3 оцененное полное сечение аргона-40 сравнивается с экспериментальными данными для природного аргона.

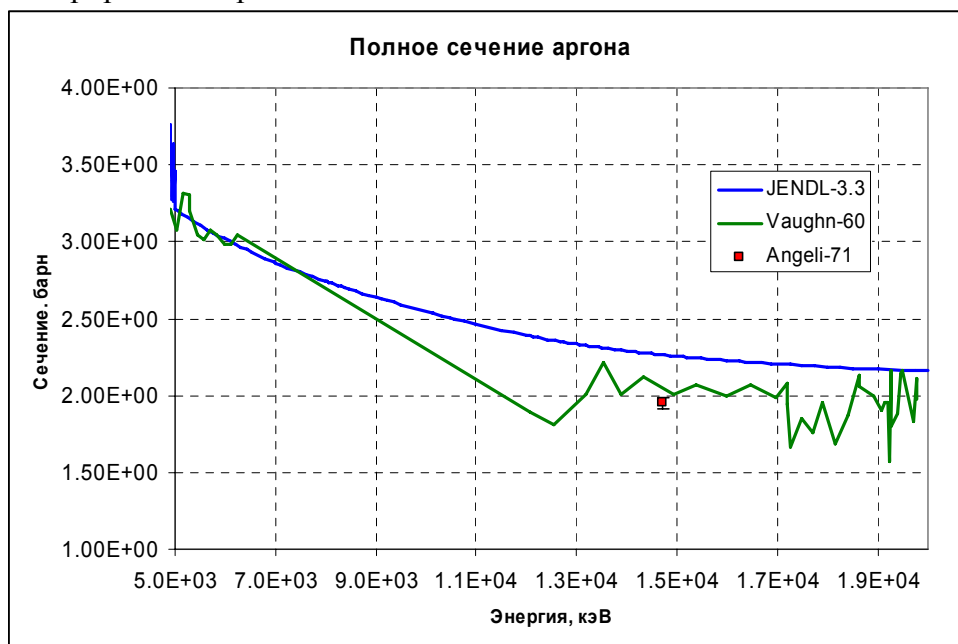


Рис.3а

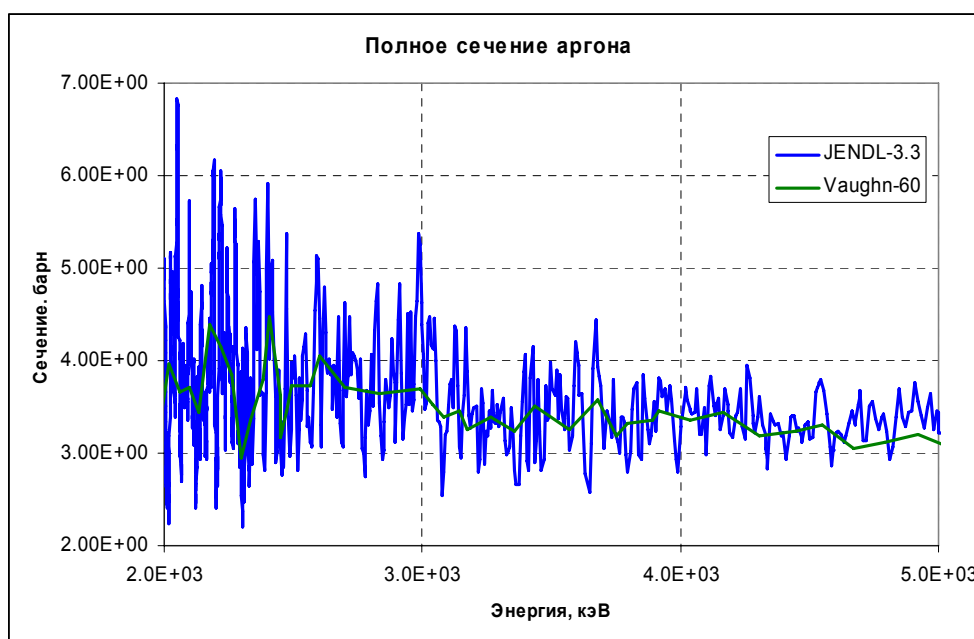


Рис.3б

Как видно, в области высоких энергий принятое в оценке сечение существенно превышает результаты измерений для природного аргона. Объяснить это расхождение влиянием примесей легких изотопов невозможно: сечения всех изотопов аргона при 10-20 МэВ близки к 2 барнам. Очевидно, требуется переоценка полного сечения (и, соответственно, сечения упругого рассеяния при энергиях выше 8 кэВ).

При более низких энергиях оцененные данные приемлемо согласуются с результатами измерений, приведенными в EXFORe.

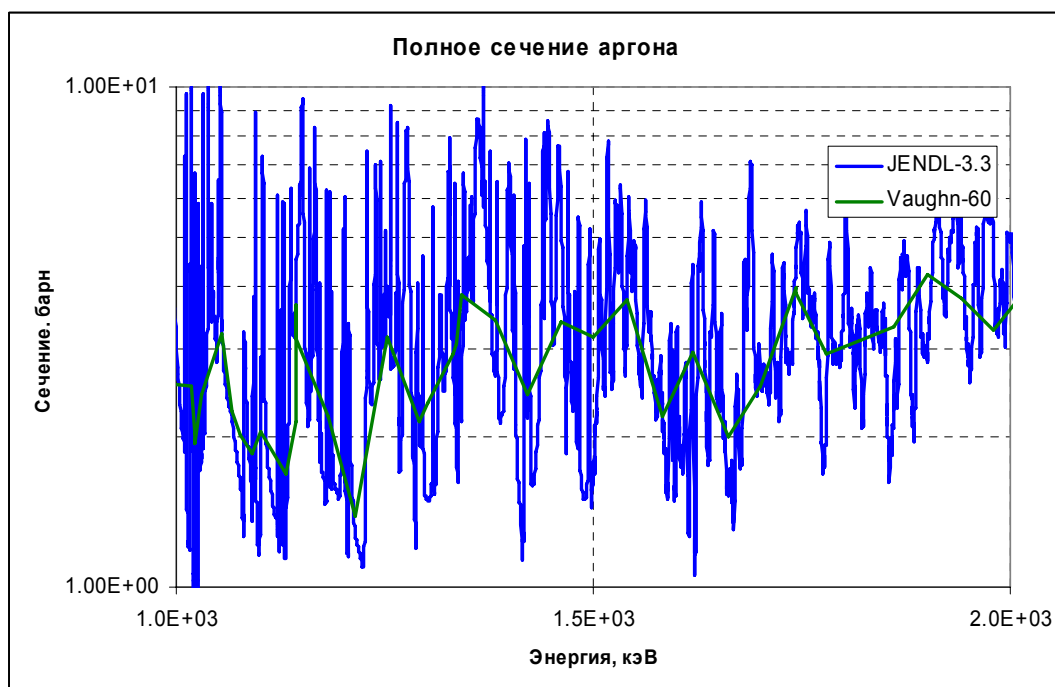


Рис.3в

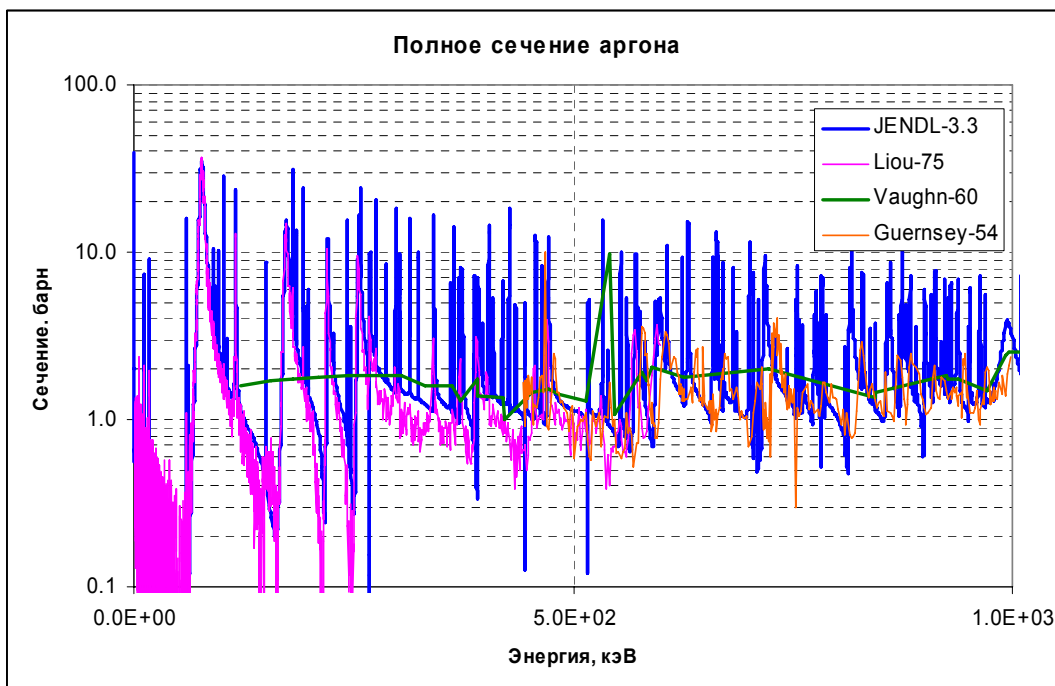


Рис.3г.

Заключение

Принять В РОСФОНД оценку T.Watanabe,. 1994. из JENDL-3.3.

Автор рекомендации
Николаев М.Н.

18.6. Аргон-42

Радиоактивен. Испытывает бета-распад в калий-42 ($T_{1/2}=32.9$ г), который, в свою очередь, распадается в Са-42. ($T_{1/2}=12\text{ю}321$ ч). Полных наборов оцененных нейтронных данных ни в одной библиотеке нет.

Заключение

Принять в РОСФОНД оценку нейтронных сечений из EAF-2003.

Автор рекомендации

Николаев М.Н.