

84. ПОЛОНИЙ

В природе в ничтожных количествах присутствуют следующие изотопы полония - ^{210}Po ($T_{1/2}=138.376$ дн.), ^{214}Po ($T_{1/2}=164.3$ мкс.) и ^{218}Po ($T_{1/2}=3.08$ м.) – образующиеся в результате цепочки радиоактивных распадов ^{238}U ; ^{211}Po ($T_{1/2}=0.516$ с.) и ^{215}Po ($T_{1/2}=0.00178$ с.) образующиеся в цепочке распадов ^{235}U ; ^{212}Po ($T_{1/2}=3.64$ мкс.) и ^{216}Po ($T_{1/2}=0.15$ с.), образующиеся в цепочке распадов ^{232}Th . Таким образом, среди природных изотопов только ^{210}Po является долгоживущим.

Долгоживущий изотоп ^{210}Po ($T_{1/2}=138.376$ дн.) образуется также в реакторах, охлаждаемых свинцово-висмутовой эвтектикой: в результате реакции $^{209}\text{Bi}(n,\gamma)$ образуется $^{210}\text{Bi}^g$, распадающийся с периодом 5.013 дн. в ^{210}Po . Радиационный захват нейтронов в этом изотопе ведет к образованию очень короткоживущего ^{211}Po , распадающегося в стабильный свинец-207.

Другими долгоживущими изотопами полония являются: ^{209}Po ($T_{1/2}=102$ г.), ^{208}Po ($T_{1/2}=2.898$ г.) и ^{206}Po ($T_{1/2}=8.8$ дн.). ^{209}Po образуется в реакторах, содержащих висмут, в результате реакции $(n,2n)$ на ^{210}Po . ^{208}Po образуется в результате реакций $^{210}\text{Po}(n,3n)$ и $^{209}\text{Po}(n,2n)$. ^{206}Po может образоваться только в результате реакции $^{208}\text{Po}(n,3n)$ т.к. ^{207}Po быстро (с периодом 5.8 ч.) распадается в ^{207}Bi , а тот – с периодом 33 года – в стабильный ^{207}Pb .

В РОСФОНД включаются данные для всех 4-х долгоживущих изотопов полония.

84.1. Полоний-206

Радиоактивен ($T_{1/2}=8.8$ дн.). Испытывает, в основном (94.55%), захват орбитального электрона с образованием ^{207}Bi , распадающегося ($T_{1/2}=6.24$ д.) в стабильный ^{207}Pb . С вероятностью 5.45% испытывает альфа-распад в долгоживущий ^{202}Pb ($T_{1/2}=5.25 \cdot 10^4$ лет.), распадающийся в ^{203}Tl , а затем ($T_{1/2}=12.23$ д.) – в стабильный изотоп ^{202}Hg .

Экспериментальные данные о взаимодействии с нейтронами отсутствуют.

Заключение.

Последняя оценка нейтронных сечений для этого изотопа содержится в EAF-2003. Она и принимается в РОСФОНД.

Автор заключения

М.Н.Николаев

84.2. Полоний-208

Радиоактивен ($T_{1/2}=2.898$ г.). Испытывает, в основном, альфа-распад в стабильный ^{204}Pb (94.55%), и с ничтожной вероятностью - захват орбитального электрона с образованием ^{208}Bi , распадающегося ($T_{1/2}=3.68 \cdot 10^5$ лет) в стабильный ^{208}Pb .

Экспериментальные данные о взаимодействии с нейтронами отсутствуют.

Заключение.

Последняя оценка нейтронных сечений для этого изотопа содержится в EAF-2003. Она и принимается в РОСФОНД.

Автор заключения

М.Н.Николаев

84.3. Полоний-209

Радиоактивен ($T_{1/2}=102$ г.). Испытывает, в основном, альфа-распад в долгоживущий ^{205}Pb ($T_{1/2}=1.5\cdot 10^7$ лет), и с ничтожной вероятностью - захват орбитального электрона с образованием стабильного ^{209}Bi .

Экспериментальные данные о взаимодействии с нейтронами отсутствуют.

Заключение.

Последняя оценка нейтронных сечений для этого изотопа содержится в EAF-2003. Она и принимается в РОСФОНД.

Автор заключения

М.Н.Николаев

84.4. Полоний-210

Радиоактивен ($T_{1/2}=138.376$ дн.). Испытывает альфа-распад в стабильный ^{206}Pb .

Последняя оценка нейтронных сечений для этого изотопа содержится в EAF-2003.

Единственным экспериментальным результатом, приведенным в EXFOR для этого изотопа полония является измерение сечения реакции $(n,2n)$ на спектре теплового реактора, равное 14 миллибарнам и ошибочно отнесенное к энергии 0.0253 эВ. В журнале «Атомная энергия», том 68, №3 за 1990 г., на который дается ссылка, указано, что упомянутое сечение относится к той части спектра нейтронов теплового реактора, в котором проводилась наработка полония-210 путем облучения висмута, которая лежит выше порога реакции $^{210}\text{Po}(n,2n)$. Качественно оценено, что эта часть составляет 1% от потока тепловых нейтронов, величина которого, тоже качественно, оценена в 10^{13} н/см²с. С учетом неопределенности величины потока нейтронов, лежащих выше порога реакции, авторы оценивают погрешность среднего сечения фактором 10 и в заключении указывают, что из их результатов следует, что обсуждаемое сечение лежит в пределах от 0.1 до 0.001 барна. Согласно оценке EAF-2003 среднее сечение реакции $^{210}\text{Po}(n,2n)$ на спектре деления равно 9.55 миллибарн. Отсюда следует, что сечение, усредненное по той части этого спектра, которая лежит выше порога реакции (7.66 МэВ), составляет 0.6 миллибарна, т.е. лежит в пределах погрешности экспериментальной оценки этой величины.

В справочнике Мухабхаба приводятся следующие оценки сечения захвата нейтронов в ^{210}Po , ведущих к образованию ^{211}Po : в изомерном состоянии ($T_{1/2}=25.2$ с.) – менее 0.5 миллибарна; в основном состоянии ($T_{1/2}=0.516$ с.) – менее 30 миллибарн. Оба результата поучены по активации: первый в работе Stoughton et al., Vienna, 1960, p.239; второй в работе Harperin et al. Nucl. Sci. Eng., 15, p217 (1963). Эти результаты указывают на то, что ^{211}Po не имеет состояний с энергией возбуждения, близкой к энергии связи нейтрона (4.55 МэВ) со спином и четностью $1/2+$, которые могли бы возбуждаться нейтронами низких энергий. Оцененное сечение захвата тепловых нейтронов в EAF-2003 равно 0.030 барн, находится в согласии с этими результатами. Поскольку и изомерное и основное состояния имеют очень короткие периоды полураспада и оба путем альфа распада превращаются в стабильный ^{207}Pb , в отдельном учете образования конечного ядра в изомерном состоянии нет нужды.

Заключение.

В РОСФОНД принимается оценка нейтронных сечений для ^{210}Po из EAF-2003.

Автор заключения

М.Н.Николаев