1. $J = \frac{Ae^{\lambda\tau}}{\sigma N_0(1-e^{-\lambda t})} = 6{\cdot}10^9$ нейтронов/(с см^2),

где $\lambda = \frac{ln2}{T} = 3{\cdot}10^{-6}$ с$^{-1}$ – постоянная распада, а $N_0 = 6{\cdot}10^{22}$ – число ядер Au в фольге.

2. Пороговое значение скорости мюона найдем из условия v=c/n .

Тогда пороговая энергия мюона равна

$$E_\mu = \frac{m_\mu c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{n}{\sqrt{n^2-1}} m_\mu c^2 \cong 160 МэВ.$$

Пренебрегая отдачей нейтрона, запишем закон сохранения энергии $E_\nu + m_p c^2 = E_\mu + m_n c^2$. Отсюда

$$E_\nu = E_\mu + (m_n - m_p)c^2 = 161{,}3 \text{ МэВ}.$$

3. Изменение электронной плотности на ядре при переходе от $SbIn$ к SbI_3 обусловлено, в основном, изменением состояния валентных электронов сурьмы ($5s^2 5p^3$), волновые функции которых на ядре практически постоянны.

Выведем выражение для изменения энергии излучения при изменении электронной плотности заряда в общем случае.

Смещение уровня энергии ядра, находящегося в возмущающем потенциале φ

$$\Delta E = \int\limits_{V_Я} \psi_Я^* Ze\varphi\psi_Я dV = \int\limits_{V_Я} \rho_Я \varphi dV = \int\limits_0^R \rho_Я(r)\varphi(r) 4\pi r^2 dr \qquad (1)$$

Для равномерно заряженного ядра плотность заряда

$$\rho_Я = \frac{3eZ}{4\pi R^3},$$

где $eZ > 0$ - заряд ядра, $\psi_Я$ - волновая функция рассматриваемого состояния ядра.

Оценив радиус ядра R и боровский радиус К-электрона (наименьший из возможных), приходим к выводу, что $R \ll r_B$, и следовательно, можно считать, что плотность заряда электрона на ядре не зависит от расстояния от центра ядра.

Напряженность электрического поля для такого распределения заряда направлена радиально и легко находится, например, по теореме Гаусса $E = \frac{4\pi Q}{4\pi r^2} = \frac{4\pi\rho_\mu r}{3} = \frac{-4er}{3r_B^3}$, откуда для потенциала φ получаем: $\phi(r)=\phi(0)-\int\limits_0^r Edr'=\phi(0)-\int\limits_0^r \frac{4\pi\rho_\mu r'}{3}dr'=\phi(0)-\frac{2\pi\rho_\mu r^2}{3}$.

Подставляя в (1) полученные выражения для φ и $\rho_Я$, находим смещение уровня

$$\Delta E=\int\limits_0^R \rho_Я\left[\varphi(0)-\frac{2\pi\rho_\mu r^2}{3}\right]4\pi r^2dr=\varphi(0)Ze-\frac{3eZ}{4\pi R^3}\cdot\frac{8\pi^2\rho_\mu R^5}{15}=\varphi(0)Ze-\frac{2\pi eZ\rho_\mu R^2}{5}$$

Удаление электрона по влиянию на энергию ядерных уровней эквивалентно добавлению частицы с противоположным зарядом. Учитывая последнее обстоятельство, получим:

$$\Delta E_\gamma=\Delta E_{возб}-\Delta E_{осн}=-\frac{2\pi e\rho_+ Z(R^2_{возб}-R^2_{осн})}{5}=\frac{4\pi e\rho_+ ZR^2}{5}\cdot\frac{dR}{R} \quad \textbf{(2)}$$

Таким образом из общей формулы (2) в нашем случае имеем:

$$\Delta E_\gamma^{SbI_3}-\Delta E_\gamma^{SbIn}=\frac{4\pi e(\rho_{SbI_3}-\rho_{SbIn})ZR^2}{5}\cdot\frac{dR}{R},$$

откуда для изменения электронной плотности заряда:

$$\rho_{SbI_3}-\rho_{SbIn}=\Delta E_\gamma^{SbI_3}-\Delta E_\gamma^{SbIn}=\frac{5(\Delta E_\gamma^{SbI_3}-\Delta E_\gamma^{SbIn})}{4\pi eZR^2\,\frac{dR}{R}}=\frac{5(-\delta)E_\gamma}{4\pi eZR^2\,\frac{dR}{R}}=$$

$$=\frac{5\cdot(-2.57\cdot10^{-11})\cdot37.13\cdot10^3\cdot1.6\cdot10^{-12}}{4\pi\cdot4.8\cdot10^{-10}\cdot51\cdot(6.43\cdot10^{-13})^2\cdot6.6\cdot10^{-4}}=$$

$$=-9.1\cdot10^{16}(ед.СГСЭ/см^3)=1.9\cdot10^2(-e/A^{\circ 3})$$

Здесь мы использовали значение для радиуса ядра, полученное при помощи известного соотношения

$$R=1.3\cdot\sqrt[3]{121}\cdot10^{-13}=6.43\cdot10^{-13}(см).$$

Таким образом, электронная плотность (плотность вероятности электронов) на ядре в соединении SbI_3 выше на величину $1.9\cdot10^2(A^\circ)^{-3}\equiv1.9\cdot10^2\cdot(10^{-8}см)^{-3}$

В SbI_3 сурьма теряет три 5*p*-электрона и ее валентность +3. Потеря этих электронов нивелирует их экранирующее действие на 5*s*-электроны и приводит к эффективному повышению плотности этих 5*s*-электронов на ядре.

Успехов на письменном ГКЭ!