

0.1 Полная Скорость захвата

Полная скорость захвата это интеграл

$$C_+ = \int d^3\vec{r} \cdot d^3\vec{v} f_k(r, v) \cdot n_p f_B(\vec{v}_1) d^3\vec{v}_1 \cdot \Gamma(\vec{v}, \vec{v}_1, r)$$

где

$$\Gamma(\vec{v}, \vec{v}_1, r) = \int_{v' < v_{esc}} d^3\vec{v}' \delta(E_f - E_{in}) \cdot \frac{m_k^3 |\mathcal{M}|^2}{64\pi^2 m_i^2 m_k^2}$$

а матричный элемент равен

$$|\mathcal{M}|^2 = 16G_F^2 m_i^2 m_k^2 \cdot \Phi(q^2) dF$$

$$dF = \begin{cases} 1 & \text{elastic} \\ \frac{s^2}{3} I^2(n) dn & \text{migdal} \\ \frac{s^2}{3} I^2(\phi) \frac{d\phi}{2\pi} & \text{ionization} \end{cases}$$

$$\Phi = \begin{cases} 1 & \text{scalar-scalar} \\ \frac{-q^2/2}{m_p^2 \text{ or } m_k^2} & \text{scalar-pseudoscalar} \\ \frac{q^4/4}{m_p^2 m_k^2} & \text{pseudoscalar-pseudoscalar} \end{cases}$$

Сечение ищется в системе ц.м.

$$\vec{V} = \frac{m_i \vec{v}_1 + m_k \vec{v}}{m_i + m_k}$$

$$\vec{v} = \frac{m_i}{m_i + m_k} (\vec{v} - \vec{v}_1)$$

$$\vec{v} - \vec{v}' = \frac{m_i}{m_i + m_k} (\vec{v} - \vec{v}' + \vec{v}_1' - \vec{v}_1) = \frac{m_i}{m_i + m_k} (\vec{v} - \vec{v}') \left(1 + \frac{m_k}{m_i}\right) = (\vec{v} - \vec{v}')$$

В такой замене переданный импульс равен

$$\vec{q} = m_k (\vec{v} - \vec{v}')$$

Сечение соударений тогда равно

$$\Gamma(\vec{v}, \vec{v}_1, r) = \frac{m_i}{m_k (m_i + m_k)} 4\pi \nu' d\vec{n}' \cdot \frac{m_k^3 |\mathcal{M}|^2}{64\pi^2 m_i^2 m_k^2} = \nu' d\vec{n}' \frac{G_F^2}{\pi} \frac{m_i m_k^2}{(m_i + m_k)} \Phi dF$$

А общая скорость захвата имеет вид

$$C_+ = V n_\chi \frac{G_F^2}{\pi} \frac{m_i m_k^2}{(m_i + m_k)} d\xi \cdot f_{rm}(\alpha_v) d\alpha_v \cdot n_i f_B^{rm} d\omega dc_1 \cdot \nu' d\vec{n}' \Phi(q^2) dF \quad (1)$$

Первая часть — размерные множители, вторая — безразмерные части интегрирования методом монте-карло. $d\xi$ — выбор координаты r , $f_{rm}(\alpha_v) d\alpha_v$ — выбор скорости частицы т.м., n_i — концентрация мишени в точке, $f_B^{rm} d\omega dc_1$ — выбор скорости мишени, $\nu' d\vec{n}' \Phi(q^2) dF$ — выбор выходной скорости.

Концентрация элемента i равна

$$n_i(r) = \frac{\rho(r) \tilde{\rho}_i(r)}{m_i} = \frac{\hat{\rho}(r) \tilde{\rho}_i(r)}{m_i}$$

где $\bar{\rho}$ — средняя плотность материи, $\hat{\rho}(r)$ — безразмерная плотность материи в точке r , $\tilde{\rho}_i(r)$ — массовая доля элемента i в точке r .

Итоговым результатом будет безразмерная скорость захвата c_+ , тогда

$$C_+ = \sum c_{i+} \cdot \left[V \bar{\rho} n_\chi \frac{G_F^2}{\pi} m_k \right]$$

$$c_{i+} = \frac{m_k}{m_k + m_i} d\xi \cdot f_{rm}(\alpha_v) d\alpha_v \cdot \hat{\rho}(r) \tilde{\rho}_i(r) f_B^{rm} d\omega dc_1 \cdot \nu' d\vec{n}' \Phi(q^2) dF$$

Для поиска распределения по энергии и импульсу нужно при интегрировании найти выходную скорость и добавить соответствующий вес в гистограмму.