Изменение изотопного состава

Выгорание топлива

$$\rho(\tau) = \rho(0) \cdot e^{-\lambda \cdot \tau}$$

Ядерные превращения

- радиоактивный распад
- взаимодействие с нейтроном, протоном, α-частицей и т.п.

(n,γ),(n,2n),(n,3n)….

- реакция деления (,в том числе спонтанное)

$$U^{235} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$U^{235} \xrightarrow{n,\gamma} U^{236} \xrightarrow{n,\gamma} U^{237} \xrightarrow{n,\gamma} U^{237} \xrightarrow{n,\gamma} U^{238}$$

$$U^{238} \xrightarrow{n,\gamma} U^{239} \xrightarrow{n,\gamma} U^{240} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$U^{239} \xrightarrow{-\beta} Np^{239} \xrightarrow{n,\gamma} Np^{240} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Np^{239} \xrightarrow{-\beta} Pu^{239} \xrightarrow{n,\gamma} Pu^{240} \xrightarrow{n,\gamma} Pu^{241} \xrightarrow{n,\gamma} Pu^{242} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Np^{240} \xrightarrow{-\beta} Pu^{240}$$

$$Pu^{239} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$Pu^{241} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$U^{233} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$U^{233} \xrightarrow{n,\gamma} U^{234} \xrightarrow{n,\gamma} U^{235} \xrightarrow{n,\gamma} U^{236} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Th^{232} \xrightarrow{n,\gamma} Th^{233} \xrightarrow{n,\gamma} Th^{234} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Th^{233} \xrightarrow{-\beta} Pa^{233} \xrightarrow{n,\gamma} Pa^{234} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Pa^{233} \xrightarrow{-\beta} U^{233} \xrightarrow{n,\gamma} U^{234} \xrightarrow{n,\gamma} U^{235} \xrightarrow{n,\gamma} U^{236} \xrightarrow{n,\gamma} \ldots\ldots$$

$$Pa^{234} \xrightarrow{-\beta} U^{234}$$

$$U^{233} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$U^{235} \xrightarrow{n,f} \text{осколки}$$

$$\Delta\rho^{235} = \rho^{235} \cdot \Phi \cdot \sigma_a^{235} \cdot \Delta\tau$$

$$\frac{d\rho^{235}}{d\tau} = -\rho^{235} \cdot \Phi \cdot \sigma_a^{235}$$

Пусть Φ = const

$$\rho^{235}(\tau) = \rho^{235}(0) \cdot e^{-\sigma_a^{235} \cdot \Phi \cdot \tau}$$

$$\frac{d\rho^{238}}{d\tau} = -\rho^{238} \cdot \Phi \cdot \sigma_a{}^{238}$$

$$\rho^{238}(\tau) = \rho^{238}(0) \cdot e^{-\sigma_a{}^{238} \cdot \Phi \cdot \tau}$$

$$\sigma_a \cdot \Phi = \int_o^\infty \sigma_a(E) \cdot \Phi(E) dE$$

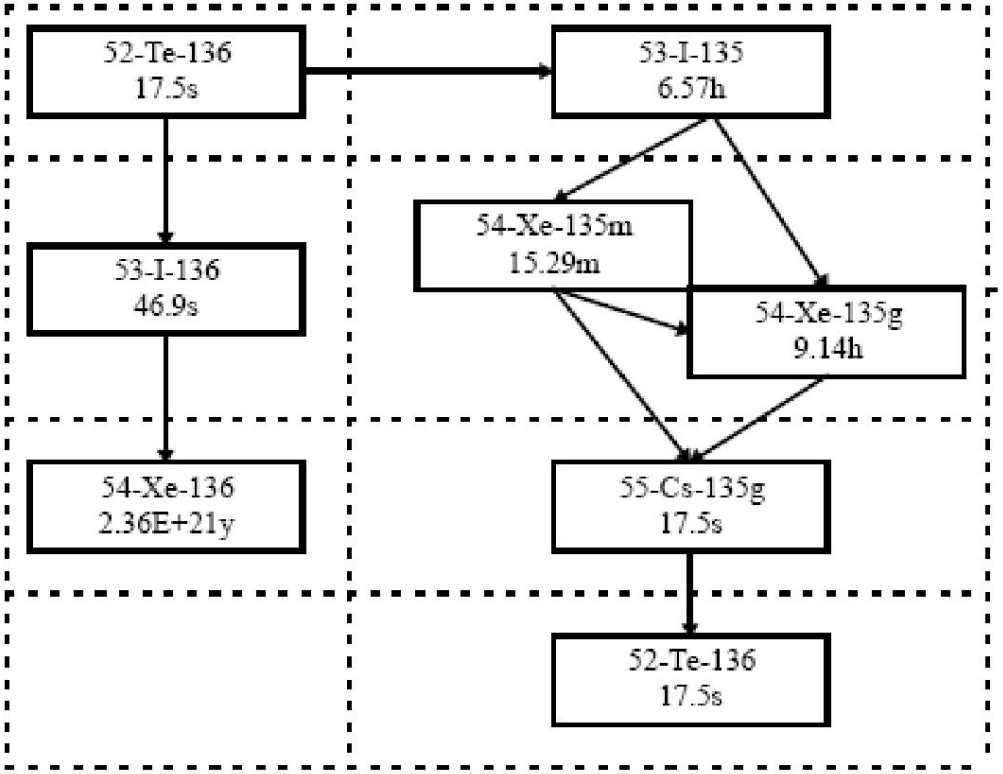
$$\frac{d\rho^{239}}{d\tau} = -\rho^{239} \cdot \Phi \cdot \sigma_a^{239} + \lambda \cdot \rho^{Np239}$$

$$\frac{d\rho^n}{d\tau} = \Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_n - \rho^n \cdot \Phi \cdot \sigma_a{}^n - \lambda^n \cdot \rho^n + \rho^{n-1} \cdot \Phi \cdot \sigma_a{}^{n-1} + \lambda^m \cdot \rho^m$$

Йодная яма.

Ксеноновые колебания.

Самариевая смерть.



$$\frac{d\rho^J}{d\tau} = \Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_J - \rho^J \cdot \Phi \cdot \sigma_a{}^J - \lambda^J \cdot \rho^J$$

$$\frac{d\rho^{Xe}}{d\tau} = \Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_{Xe} - \rho^{Xe} \cdot \Phi \cdot \sigma_a{}^{Xe} - \lambda^{Xe} \cdot \rho^{Xe} + \lambda^J \cdot \rho^J$$

В стационарных условиях

$$\rho^J = \frac{\Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_J}{(\Phi \cdot \sigma_a{}^J + \lambda^J)}$$

$$\rho^{Xe} = \frac{\Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_{Xe} + \lambda^J \cdot \rho^J}{\Phi \cdot \sigma_a{}^{Xe} + \lambda^{Xe}}$$

А учитывая, что

$$\Phi \cdot \sigma_a{}^J << \lambda^J$$

$$\rho^J = \frac{\Sigma_f \cdot \Phi \cdot \gamma_J}{\lambda^J}$$

$$\rho^{Xe} = \frac{\Sigma_f \cdot \Phi \cdot (\gamma_{Xe} + \gamma_J)}{\Phi \cdot \sigma_a{}^{Xe} + \lambda^{Xe}}$$