

Appunti di Fisica del Reattore nucleare

Ing. Giorgio Bertucelli - (file scaricato da <http://www.extrabyte.info>)

Riprendiamo dalla [lezione precedente](#)

In un reattore omogeneo si può porre $\varepsilon = 1$ poiché, data la bassa densità del combustibile nel moderatore, si può pensare che ogni fissione sia dovuta a neutroni lenti.

Nel caso che il combustibile sia costituito da una miscela – per esempio U naturale – la formula di η cambia. Saranno:

$$\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n \quad \Sigma_{f_1}, \Sigma_{f_2}, \dots, \Sigma_{f_n} \quad \Sigma_{t_1}, \Sigma_{t_2}, \dots, \Sigma_{t_n}$$

In cui $\Sigma_{t_i} = \Sigma_{f_i} + \Sigma_{c_i}$, e dunque per ciascun componente avremo $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$

$$\eta = \frac{\eta_1 \Sigma_{t_1} + \eta_2 \Sigma_{t_2} + \dots + \eta_n \Sigma_{t_n}}{\Sigma_{t_1} + \Sigma_{t_2} + \dots + \Sigma_{t_n}} \tag{1}$$

Esempio 1 (combustibile fissile = U naturale)

La composizione isotopica dell'Uranio naturale è la seguente

Numero di massa A	%	Unità di massa atomica (amu)
234	0.006	234.11
235	0.712	235.11
238	99.282	238.12

Per il nostro scopo possiamo ignorare l'isotopo U²³⁴. Quindi scriveremo:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\eta^{235} \sigma_t^{235} N_{235} + \eta^{238} \sigma_t^{238} N_{238}}{\sigma_t^{235} N_{235} + \sigma_t^{238} N_{238}} = \frac{\eta^{235} (\sigma_f^{235} + \sigma_c^{235}) N_{235} + \eta^{238} (\sigma_f^{238} + \sigma_c^{238}) N_{238}}{(\sigma_f^{235} + \sigma_c^{235}) N_{235} + (\sigma_f^{238} + \sigma_c^{238}) N_{238}} \tag{2} \\ &= \frac{\nu^{235} \sigma_f^{235}}{(\sigma_f^{235} + \sigma_c^{235}) + \sigma_c^{238} \frac{N_{238}}{N_{235}}} = \frac{2.5 \cdot 549}{(549 + 101) + 2.8 \frac{N_{238}}{N_{235}}} = 1.32 \end{aligned}$$

N_{238} e N_{235} indicano il numero di atomi per ogni cm³. V_{238} e V_{235} indicano il volume occupato e si esprime in cm³. Vista la % di U²³⁸ ci occupiamo solo di questo isotopo.

$$\begin{aligned} V_{238} &= \frac{\text{massa}}{\text{densità}} = \frac{238}{18.9} = 12.6 \frac{\text{cm}^3}{\text{grammo - atomo}} \\ N_{238} &= \frac{6.023 \cdot 10^{23} \text{atomi/grammo - atomo}}{12.6 \text{cm}^3 / \text{grammo - atomo}} = 4.78 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

Quindi da $\eta = 2.1$ per il 100% di U²³⁵ si è passati a $\eta = 1.32$ per U_{nat}. Indicando con μ la % di U²³⁵ e con $(1 - \mu)$ la % di U²³⁸ si può scrivere

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{2.1 \cdot \sigma_t^{235} \cdot \mu}{\mu \sigma_t^{235} + (1 - \mu) \sigma_c^{238}} = \frac{2.1 \cdot (549 + 101) \mu}{\mu (549 + 101) + (1 - \mu) \cdot 2.8} = \frac{1365 \mu}{647.2 \mu + 2.8} \implies \tag{3} \\ \implies \frac{1}{\eta} &= \frac{647.2 \mu + 2.8}{1365 \mu} \implies \eta = \frac{\mu}{0.474 \mu + 0.0021} \text{ dove } 0 \leq \mu \leq 1 \end{aligned}$$

Basta un piccolo arricchimento di U²³⁵ per produrre forti variazioni di η (fig. 1); ma oltre un certo limite non è più conveniente.

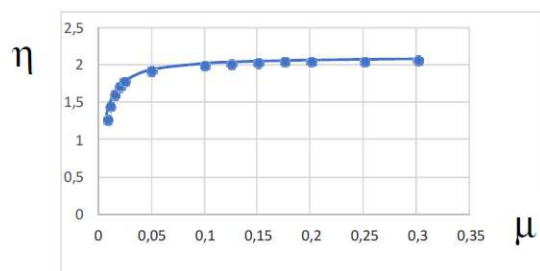


Figura 1: Esempio 1.