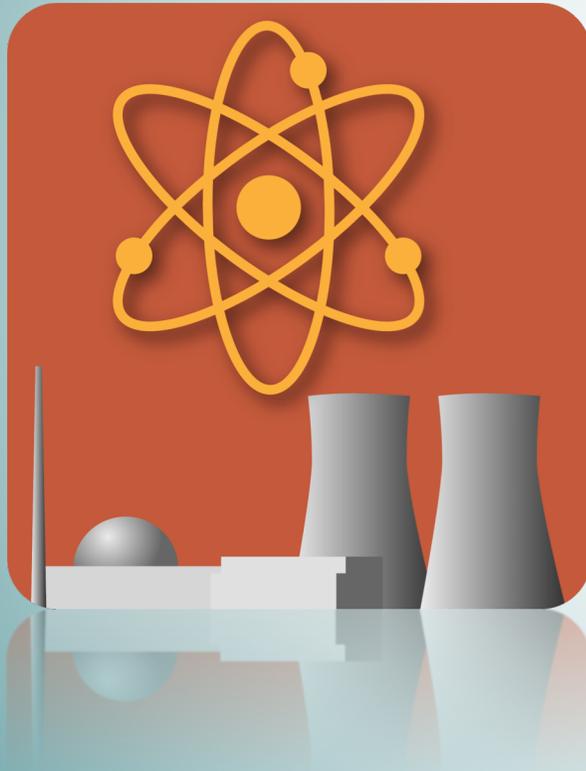


Ingeniería Nuclear

BLOQUE II. REACTORES

Lección 8. Espectro del flujo neutrónico



Fernando Delgado San Román

Raquel Martínez Torre

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

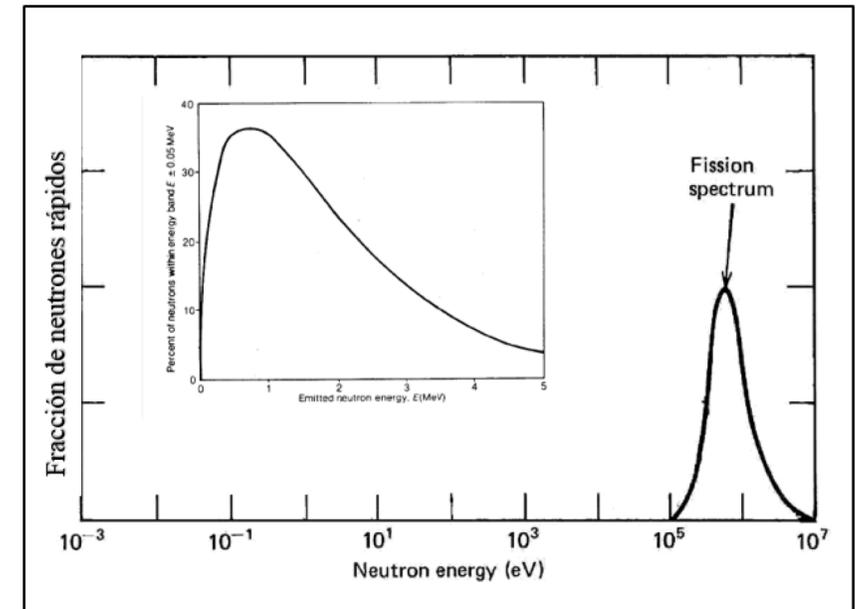


ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

ENERGÍAS DE LOS NEUTRONES INSTANTÁNEOS

- ❑ Los neutrones producidos por la fisión son neutrones de alta energía (0,1MeV-10MeV). Son neutrones rápidos.
- ❑ El espectro (distribución de energía de los neutrones) presenta la fracción de neutrones rápidos, prácticamente todo son instantáneos, por eV.
 - ✓ La energía más probable de los neutrones es de, aproximadamente, 0,7 MeV.
 - ✓ A partir de la distribución se puede demostrar que la energía media de los neutrones de fisión es de, aproximadamente, 2 MeV.
 - ✓ La figura es el espectro de energía de los neutrones de fisión térmica del U-235. Los valores pueden variar ligeramente para otros nucleidos.

Espectro U-235¹

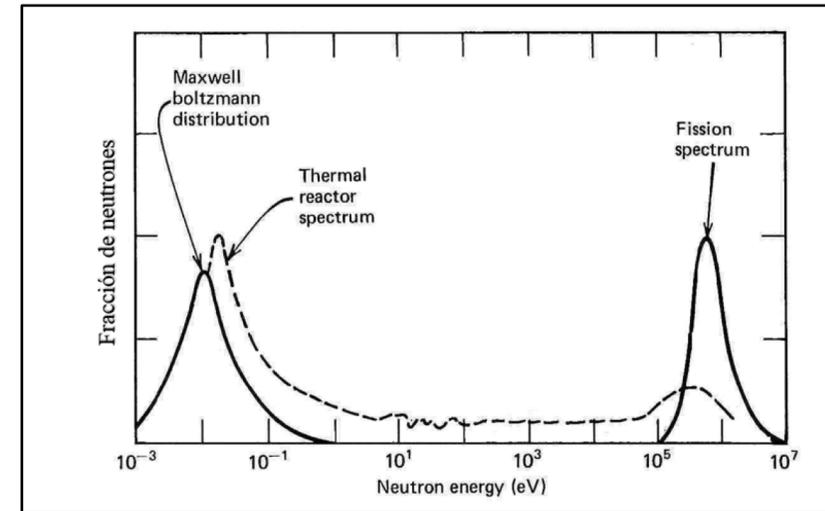


Fuente: Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO EN UN REACTOR TÉRMICO

- ❑ El espectro de neutrones de la región rápida ($> 0,1$ MeV) tiene una forma similar a la del espectro de neutrones emitidos en el proceso de fisión.
- ❑ El flujo en la región de energía intermedia (de 1 eV a 0,1 MeV) depende, aproximadamente, de la relación $1/E$.
 - ✓ Es decir, si la energía (E) se reduce a la mitad, el flujo se duplica.
 - ✓ Esta dependencia de $1/E$ es causada por el proceso de moderación, donde las colisiones elásticas eliminan una fracción constante de la energía de los neutrones por colisión (en promedio), independiente de la energía¹.
- ❑ El hecho de que los neutrones pierdan una fracción constante de energía por colisión hace que los neutrones tiendan a "amontonarse" en energías más bajas. Es decir, existe un mayor número de neutrones con energías bajas (<1 eV) como resultado de este comportamiento.

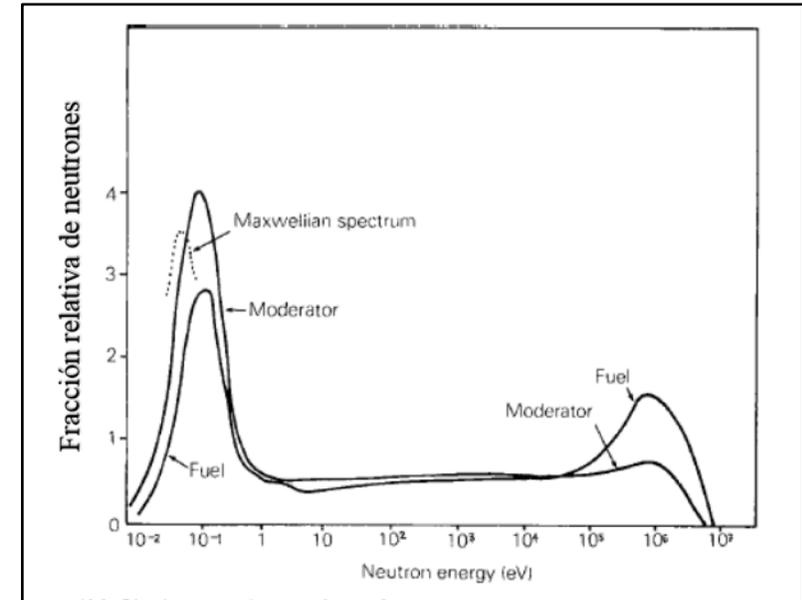


Fuente: Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO EN UN REACTOR TÉRMICO

- ❑ En la figura se presenta los espectros de los flujos neutrónicos en el material moderador y en el combustible.
- ❑ Se observa que la forma de ambas distribuciones es parecida. No obstante, es destacable lo siguiente:
 - ✓ La cantidad de neutrones térmicos en el material moderador es superior a la del combustible.
 - ✓ La cantidad de neutrones rápidos en el combustible es superior a la del material moderador.

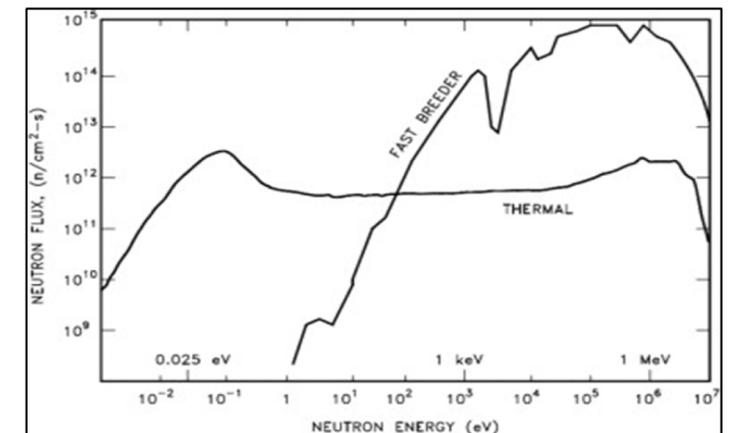
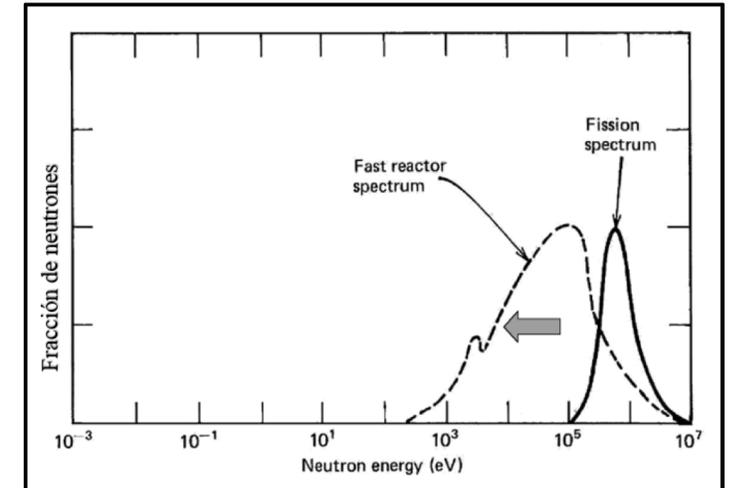


Fuente: Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO EN UN REACTOR RÁPIDO

- ❑ La primera figura muestra dos espectros del flujo neutrónico en un Reactor Reprodutor Rápido (RRR): de los neutrones de fisión y el de los neutrones del reactor.
 - ✓ El espectro de fisión es esencialmente el mismo para el RRR que para el Reactor térmico.
 - ✓ El espectro del RRR, al contrario que en el reactor térmico, no alcanza el rango térmico.
 - La mayoría de los neutrones del RRR se encuentran en el rango rápido e intermedio.
- ❑ La segunda figura muestra los espectros de los flujos neutrónicos de ambos reactores.
 - ✓ La moderación neutrónica que ocurre en el reactor térmico explica las diferentes formas de ambas curvas.



ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

VELOCIDADES MÁS PROBABLES DE LOS NEUTRONES

- ❑ La velocidad (v_p) más probable de un neutrón térmico es función de la temperatura del medio.

$$v_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} v_p \equiv \text{velocidad más probable de un neutrón } \left(\frac{cm}{seg}\right) \\ k \equiv \text{constante de Boltzman } (1,38 \times 10^{-16} \text{ erg/K}) \\ T \equiv \text{temperatura absoluta (K)} \\ m \equiv \text{masa del neutrón } (1,66 \times 10^{-24} \text{ gramos}) \end{array} \right.$

ESPECTRO DEL FLUJO NEUTRÓNICO

RECURSOS

- ❑ Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).