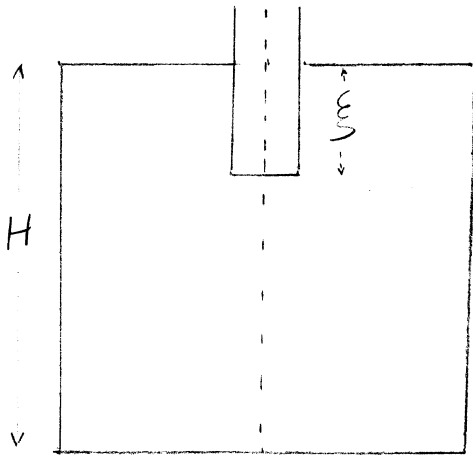


# Lección 4

## CALIBRACION DE BARRAS DE CONTROL



La barra está introducida a una profundidad  $\xi$

$$\delta \Sigma_a(z) = \begin{cases} \Sigma_{ap} & 0 \leq z \leq \xi \\ 0 & z > \xi \end{cases}$$

Según la teoría de perturbaciones (despreciando las fugas)

$$\delta \rho = \frac{\int_0^V [\delta(v \Sigma_f) - \delta \Sigma_a] \phi^2 dV}{\int_0^V v \Sigma_f \phi^2 dV}$$

En este caso  $\phi = \phi_{\max} \frac{\sin \frac{\pi z}{H}}$

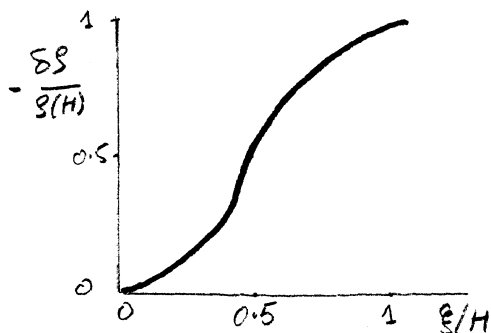
$$\delta \rho = \frac{- \int_0^{\xi} \Sigma_{ap} \phi_{\max}^2 \frac{\sin^2 \frac{\pi z}{H}}{H} dz}{v \Sigma_f \int_0^H \phi_{\max} \frac{\sin^2 \frac{\pi z}{H}}{H} dz}$$

Como  $\int \sin^2 x dx = \frac{2x - \sin 2x}{2}$  ;

$$\delta \rho = \rho(H) \left[ \frac{\xi}{H} - \frac{1}{2\pi} \frac{\sin \frac{2\pi \xi}{H}}{H} \right]$$

donde todas las constantes se han agrupado en  $\rho(H)$

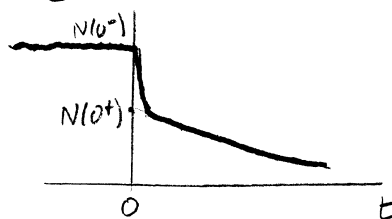
## Lección 4



Para medir  $S(H)$  se usa el 'salto prompt'. Escribiendo las ecuaciones cinéticas como:

$$\Lambda \frac{dN}{dt} = (\rho - \beta)N + \Lambda C$$

$$\Lambda \frac{dC}{dt} = \beta N - \Lambda C$$



Si se inserta la barra de control rápidamente, de manera que  $C$  no tenga tiempo de cambiar

$$\beta N(0^-) = \Lambda C(0)$$

Luego  $\left(\Lambda \frac{dN}{dt}\right)_{0^+} = (S(H) - \beta)N(0^+) + \beta N(0^-)$ ; despreciando el término que contiene a  $\Lambda$  (aproximación Prompt-Jump)

$$\frac{S(H) - \beta}{\beta} = -\frac{N(0^-)}{N(0^+)}$$

de donde la reactividad de la barra en dólares es:

$$\boxed{\frac{S(H)}{\beta} = 1 + \frac{N(0^-)}{N(0^+)}}$$

Cómo  $N(0^-) > N(0^+)$ ,  $S(H)$  es negativa.

## Lección 4

### VENENOS SOLUBLES. ACIDO BORICO

- \* Si sólo se cargara la masa crítica, después de una fusión el reactor quedaría subcrítico.
- \* El exceso de masa fisible se compensa con las barras de control. La compensación se hace traduciendo el exceso de masa a reactividad.
- \* Se ahorran barras de control diluyendo ácido bórico en el agua (moderador). A medida que el combustible se fusiona, es necesario diluir la concentración de ácido bórico.

### Características

- \*  $B^{10}$  (n.d)  $Li^7$  , sección eficaz alta para neutrones térmicos
  - \* Compensa el quemado y otros venenos (Xe, Sm)
  - \* Reduce el número de barras de control
  - \* No perturba la forma del flujo neutronico.
  - \* Las diluciones de boro acarrean el movimiento de grandes volúmenes de agua.
  - \* La concentración de boro es un parámetro de diseño
-

## Lección 4

### REACTIVIDAD DEL BORO.

- \* Un cambio de concentración del boro  $\Delta C_B$  equivale a un cambio de reactividad  $\Delta \rho_B$ . En general

$$\Delta \rho_B = a_B \Delta C_B$$

donde  $a_B = \left( \frac{\partial \rho}{\partial C_B} \right)$  es el 'coeficiente de reactividad del boro'

- \* El coeficiente puede medirse con la medida química del cambio de concentración y con la medida de la reactividad usando las barras de control. Se diluye el boro, con lo cual el reactor quedaría supercrítico y se introducen barras para volverlo a crítico. La medida se hace a potencia constante.

- \* Estima de  $a_B$

$$\rho_B = \frac{\Sigma_{aB}}{\Sigma_{aF} + \Sigma_{aM}} = \frac{\Sigma_{aB}/\Sigma_{aM}}{1 + \frac{\Sigma_{aF}}{\Sigma_{aM}}} = (1-f_0) \frac{\Sigma_{aB}}{\Sigma_{aM}} ; f_0 = \text{factor de utilización térmica sin B} \approx 0.93$$

$$\frac{\Sigma_{aB}}{\Sigma_{aM}} = \frac{\sigma_{aB}}{\sigma_{aM}} \frac{M_{H_2O}}{M_B} \frac{\rho_B}{S_{H_2O}} = \frac{759}{0.66} = \frac{10.8}{18} * (C_B * 10^6) ; \mu \approx \text{peso molecular } C_B \text{ en ppm}$$

$$\rho_B = 1.92 * 10^{-3} (1-f_0) C_B$$

- \* Caso típico

$$\rho_{exc} = 0.205, \quad \rho_{BC} = 0.085 \Rightarrow \rho_B = 0.12 \Rightarrow C_B \approx 893 \text{ ppm}$$