

02.82.30

1982  
ASOCIACION ARGENTINA  
DE TECNOLOGIA NUCLEAR



ACTAS  
de la  
IX Reunión Científica

3 al 7 de noviembre de 1980

TOMO I

SAN CARLOS DE BARILOCHE  
Provincia de Río Negro

OPTIMIZACION GEOMETRICA PARA LA MEDICION DE ESPECTROS  
NEUTRONICOS POR EL METODO DE TIEMPO DE VUELO

J.Lolich, M.Sbaffoni y H.Boado\*

Centro Atómico Bariloche# - Instituto Balseiro†

La evaluación por cálculo de espectros neutrónicos térmicos, obtenidos experimentalmente requiere, entre otros parámetros, del conocimiento de la constante de relajación en el punto de medición.

Dicha constante está definida por:

$$A(z) = A_0 e^{-\gamma z}$$

donde:

A(z) distribución espacial de la densidad neutrónica en la dirección 'z';

A<sub>0</sub> valor de A(z) para z=0.cm;

γ<sup>0</sup> constante de relajación en la dirección 'z'

El conocimiento de la constante de relajación es necesario ya que, al efectuarse el cálculo, se representa la geometría real de tres dimensiones por una de una dimensión. Una de las direcciones no consideradas en el cálculo (dirección 'z'), es tratada a través de un término que representa la fuga neta de neutrones en dicha dirección; dicho término es obtenido a partir del conocimiento de la constante de relajación; la otra dirección es tratada a través de:

- homogeneización, en geometrías cilíndricas;

- a través del buckling geométrico en geometrías paralelepípedas.

Si se asume en la dirección 'z':

i. separabilidad de variables en espacio y energía;

ii. aproximación de difusión;

la fuga neta de neutrones en esta dirección, está dada por:

$$\text{fuga neta} = -D(E) \times B_z^2(E)$$

donde:

D(E) coeficiente de difusión

B<sub>z</sub><sup>2</sup>(E) 'buckling' en la dirección 'z', el cual cumple además que:

$$\frac{d^2 \phi(z)}{dz^2} + B_z^2 \phi(z) = 0$$

donde: φ(z) flujo neutrónico en la dirección 'z' donde se ha asumido que en el punto de medición ('z<sub>1</sub>'), el buckling es independiente de la energía. Si φ(z) está dado por:

$$\phi(z) = \phi_0 e^{-\gamma z}$$

se obtiene:

$$\text{fuga neta} = D(E) \gamma^2$$

\* Actualmente en el VPI & SU (USA).

# Comisión Nacional de Energía Atómica

† Comisión Nacional de Energía Atómica y Universidad Nacional de Cuyo

o sea que, al realizar cada experimento, y a fin de poder calcular adecuadamente la geometría estudiada, se debe:

- i. obtener la constante de relajación en la dirección no considerada en el cálculo; y
- ii. verificar que dicha magnitud sea, en el punto de extracción del haz de neutrones, aproximadamente independiente de la energía de los neutrones.

La determinación experimental de la distribución de la densidad neutrónica en la dirección 'z', a partir de la cual se obtiene la constante de relajación, es realizada en la División Neutrónica y Reactores del Centro Atómico Bariloche, por el método de la diferencia de cadmio mediante la activación de hojuelas de indio. A partir de dicha determinación experimental, se obtiene la distribución de interés para energías térmicas y epitérmicas.

Durante el año 1979, se inició en dicha División el estudio de una configuración geométrica compuesta por un elemento combustible tipo Atucha moderada por agua pesada, con una barra de Zircaloy-IV de 4.8 cm de diámetro en el centro, esta última colocada a fin de posibilitar la determinación del espectro neutrónico por el método de tiempo de vuelo.

Experimentalmente se determinó para dicha geometría, la distribución espacial térmica y epitérmica en la dirección 'z' a fin de obtener:

- i. la posible variación de la distribución espacial en la dirección 'z' al modificar la posición de medición según 'r';
- ii. si dicha distribución era independiente de la energía para  $z=25$  cm, lugar donde se ubicará el tubo de extracción del haz de neutrones para la determinación experimental del espectro neutrónico.

A partir de las determinaciones experimentales realizadas (Fig.1), se pudo concluir que:

- i. la distribución espacial asintótica en 'z' es independiente de la posición de medición en 'r';
- ii. para  $z=25$  cm, no hay separabilidad en espacio y energía.

Dado que físicamente no se dispone de más espacio como para colocar el tubo de extracción para  $z \geq 25$  cm, se optó por colocar un disco moderador (por razones prácticas se eligió parafina), en la cara del recipiente, ubicado entre este y el blanco de neutrones (Fig.2), asumiendo en principio que dicho espesor de parafina tendrá un efecto tal que la dimensión en la dirección 'z' del recipiente cilíndrico se verá aumentada en forma ficticia sin modificarse sus características neutrónicas. Esto es debido a que los neutrones de fuente ingresan en promedio al  $D_2O$  con menor energía, con lo cual la longitud del recipiente en unidades de caminos libres medios es mayor.

A fin de verificar dicha hipótesis de trabajo, se realizó un estudio de la distribución espacial de la densidad neutrónica en la dirección 'z' para una configuración geométrica compuesta por el recipiente cilíndrico de la Fig.2, con una barra de Zircaloy-IV de 4.8 cm de diámetro en el centro.

Para esta configuración, se determinó experimentalmente la distribución neutrónica térmica y epitérmica, sin el disco de parafina y para dos espesores distintos de parafina, el primero de 1.8 cm y el segundo de 3.cm; obteniéndose las distribuciones de la Fig.3.

A partir de las mismas, puede observarse que el efecto de la parafina es el esperado, esto es, el medio se comporta como si su longitud real fuese mayor, obteniéndose para  $z \geq 20$ cm aproximadamente la misma distribución térmica y epitérmica para el espesor de parafina de 3.cm.

Para la configuración geométrica sin parafina, dicho comportamiento aproximadamente igual, se tiene para  $z \geq 30$  cm.

Luego se realizó la determinación de las distribuciones espaciales térmicas y epitérmicas, para la configuración geométrica de la Fig.4, con discos de parafina de 1.8cm y 3.cm, obteniéndose para un espesor de parafina de 3.cm, que las distribuciones neutrónicas térmicas y epitérmicas tienen la misma pendiente para  $z=25$ .cm; esto es, dichas distribuciones son independientes de la energía.

La constante de relajación obtenida (método de mínimos cuadrados) fue de:

$$\gamma^2 = (0.0079 \pm 0.0004)\text{cm}^{-2} \quad \epsilon = \frac{|\gamma_{th}^2 - \gamma_{ep}^2|}{\gamma^2} = 10\%$$

#### Conclusiones:

Se ha desarrollado una modificación al método experimental utilizado para la comparación de espectros neutrónicos diferenciales térmicos medidos y calculados. A partir de mediciones realizadas se ha verificado que dicha modificación experimental permite realizar determinaciones experimentales en geometrías de menores dimensiones que las usualmente requeridas y que ella no modifica las distribuciones integrales del medio en estudio.

A fin de verificar la no variación del espectro neutrónico, debería realizarse un estudio experimental y/o por cálculo de medios moderados con y sin parafina entre el medio y el blanco. Dado que dichas determinaciones experimentales (sin parafina), son sólo posibles de ser realizadas en el CAB sin el bloque de parafina y con H<sub>2</sub>O como moderador, se iniciará en el CAB un estudio de un sistema que lo contenga.

#### Agradecimiento:

El presente trabajo fue realizado como parte del estudio de "Terma lización y Espectro de Neutrones" que se viene realizando en conjunto con el Virginia Polytechnic Institute and State University (USA) a través de un subsidio del CONICET.

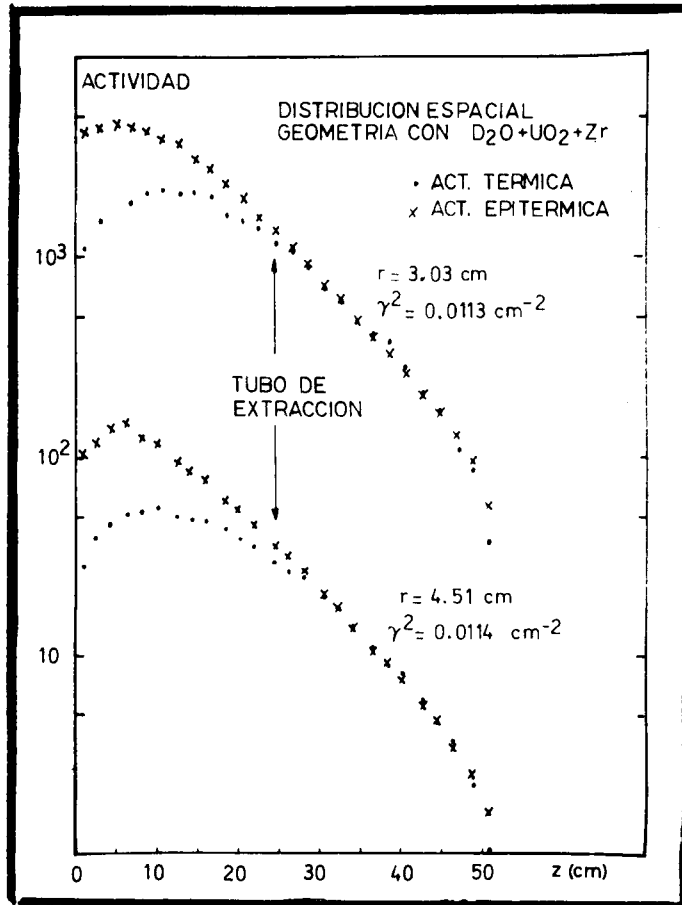
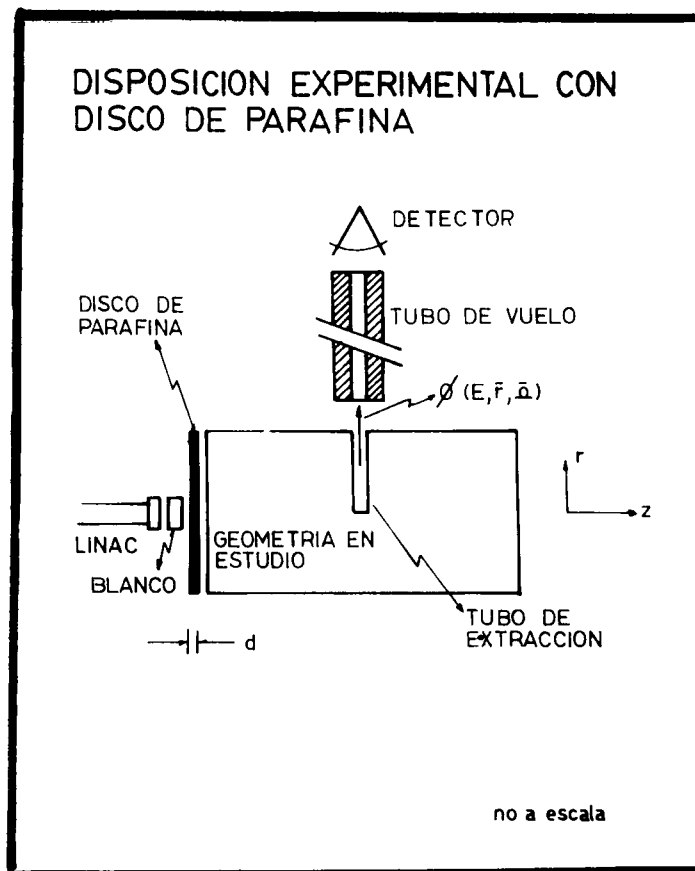


FIG. 2



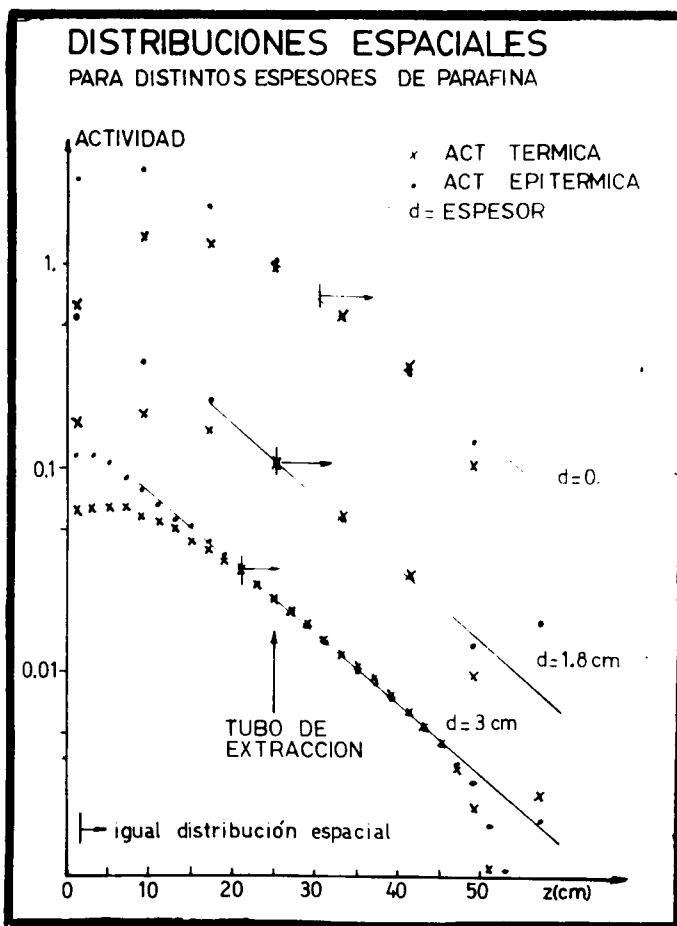


FIG. 4

