

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1958

08.58.03

NO SE PRESTA

REPUBLICA ARGENTINA

PUBLICACIONES

DE LA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Serie de Publicaciones Internas

Nº 16

COMPARACION DE SECCIONES EFICACES DE ABSORCION

EN EL RA-1

por Carlos Domingo

BUENOS AIRES

1958

COMPARACION DE SECCIONES EFICACES DE ABSORCION

EN EL RA-1

Carlos Domingo

El procedimiento que se describe puede usarse para comparar secciones eficaces de absorción de neutrones térmicos y es en esencia el método de "danger coefficient". Pero en lugar de comparar con las placas de control se ha preferido medir directamente el período T de crecimiento de flujo al retirar una muestra absorbente. Se han evitado así los errores de calibración de placas y los errores variables de los mecanismos indicadores de posición de las placas.

Conocido el período T, la variación de reactividad ρ se calcula por la fórmula:

$$\rho = \frac{\ell}{T K} + \sum \frac{\beta_i}{1 + \lambda_i T} \quad (1)$$

donde ℓ = vida media de los neutrones en la pila

K = coeficiente de multiplicación efectivo

β_i = fracción de neutrones retardados del grupo i

λ_i = período del emisor de neutrones retardados del grupo i.

Para pequeñas perturbaciones la variación de reactividad es proporcional a la sección eficaz $\sum a$ de la muestra.

$$\text{Ca } \rho = \sum a \quad (2)$$

usando un absorbente de $\sum a$ conocida puede calcularse. Ca

También pueden compararse secciones eficaces de dos muestras.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1) Se introduce la muestra a ensayar atada de un hilo fino en uno de los agujeros de irradiación. La elección del agujero depende de varias variables. Los más cómodos son los del cilindro grafito interno a los que se tiene acceso por perforaciones especiales en el blindaje superior. La sensibilidad del reactor es mayor en los agujeros más próximos al núcleo reactante y deberán utilizarse cuando las muestras

sean pequeñas o poco absorbentes. Por otra parte, las correcciones por depresión de flujo son máximas en dichos agujeros de modo que si no pueden hacerse (por tener una sola muestra del material) hay que usar agujeros más lejanos. Debe cuidarse cuando las muestras son chicas respecto al agujero de poner la muestra a ensayar y la muestra patrón en la misma posición, de no tener en cuenta esto, puede haber errores de más del 10%.-

2) Se estabiliza el reactor a un flujo tal que el registrador (con el cero convenientemente ajustado) indique aproximadamente 1/10 de plena escala. El nivel de flujo usado puede ser cualquiera. Un flujo de 10^7 o algo mayor es adecuado para eliminar la influencia del ruido. Para lograr una posición crítica exacta, conviene hacerlo en una escala del registrador más sensible y una vez lograda, pasar a la escala de trabajo. Conviene recordar que, debido a los neutrones retardados el nivel de neutrones en cierto instante así como su tendencia a crecer o decrecer dependen del nivel del flujo que había en un intervalo de unos 5 minutos anteriores a dicho instante. Es decir, para asegurarse que una posición crítica lograda después de fluctuaciones de flujo es correcta, debe mantenerse por sí misma durante 5 minutos por lo menos.-

3) Se quitará la muestra, con lo cual el nivel de flujo comenzará a subir. Después de un corto transitorio el nivel de flujo crece en forma exponencial.

$$\phi = \phi_0 e^{t/T}$$

El período T puede obtenerse midiendo con un cronómetro el tiempo T_2 que tarda en duplicarse el nivel de flujo. Evidentemente

$$T = T_2 / 0,693$$

También puede medirse el período directamente del gráfico del registrador. Es conveniente medir el período entre intervalos diferentes. Si no da el mismo valor esto indica que hay un error de cero que debe introducirse en la corrección.

En caso de muestras con reactividad positiva se pondrá el reactor crítico y luego se introducirá la muestra.

Errores

1) Error debido a la depresión de flujo.

En la constante C_a interviene el flujo en el lugar que ocupa la

muestra. Si esta es muy absorbente modificará el flujo y por tanto C_a dependerá de Σ_a en una forma complicada. Para corregir este error pueden ensayarse muestras del material de tamaños diferentes. Se mide la variación de reactividad ρ para cada una y se grafica ρ/P en función del peso P de cada muestra, extrapolando para $P = 0$. Se obtiene así la variación de reactividad por gramo correspondiente a $P = 0$ la cual es independiente de la depresión del flujo.

2) Errores debidos al scattering.

Cuando la muestra tiene un poder moderador considerable esto produce un aumento de reactividad que puede disminuir o superar el efecto de la absorción. Así una muestra de grafito presenta reactividad positiva. Para corregir este efecto conviene ensayar una muestra de poder moderador Σ_s conocido. En este caso en lugar de la ecuación (2) tenemos:

$$\rho = - \frac{\Sigma_a}{C_a} + \frac{\Sigma_s \xi}{C_s}$$

(3)

donde Σ_s = sección eficaz de scattering
 ξ = pérdida media logarítmica de energía
 C_s = constante

Con una medición de ρ para la muestra y con C_a conocido por ensayos con un absorbente no moderador podemos hallar C_s . Esto nos permite hacer la corrección por efecto moderador al ensayar una muestra incógnita, usando la misma fórmula 3.

3) Error debido a la muestra patrón.

Aún si se usa material puro hay un error en la determinación debido a que las secciones eficaces de absorción se conocen con un error de orden del 5%. Pequeñas impurezas de boro o cadmio pueden variar mucho la sección eficaz. La muestra patrón debe ser lo más pura posible.

4) Error debido a la absorción de neutrones epitérmicos.

Si el material tiene una sección eficaz de absorción con picos de

resonancia la sección eficaz medida será algo mayor que la técnica. Pue de corregirse este error usando agujeros alejados del núcleo reactante. Sin embargo un ensayo realizado con I_n dió igual sección eficaz en los agujeros 1, 2 y 3 situados respectivamente a 8, 18 y 42 cm del núcleo reactante.

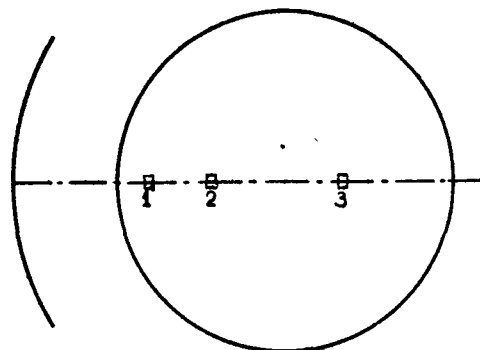
5) Error debido al desconocimiento de λ en la fórmula (1).

Para los períodos usados 50 a 5.000 seg. el primer término de la fórmula (1) es despreciable, de modo que el desconocimiento de λ no produce error en los resultados. En los cálculos se ha tomado $\lambda = 150 \mu \text{ seg.}$

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

1 - Calibración de los agujeros 1, 2 y 3.

Se utilizaron muestras de Cu que se colocaron a 68 cm del borde superior y sobre el borde S del agujero.



Se usaron en cada agujero tres muestras de Cu de 51,83 - 104,08 y 155,93 g respectivamente. Los valores de C_a obtenidos fueron;

AGUJERO	C_a	
1	7080 $\pm$ 40	cm^{-1}/g
2	13.750 $\pm$ 900	cm^{-1}/g
3	140.500 $\pm$ 9000	cm^{-1}/g

2 - Determinación de C_s .

Se determinó para los agujeros 1 y 2 (el 3 dió un período despreciable) con una muestra de grafito de 81,16 g. Adoptando

$$\sum a = 0,000236 \text{ cm}^{-1} \text{ por gramo}$$

$$\sum \xi = 0,04 \text{ cm}^{-1} \text{ " "}$$

Se obtuvo de la fórmula 3;

AGUJERO	C_s	
1	36.200 $\pm$ 2.000	cm^{-1}/g
2	118.000 $\pm$ 6.000	cm^{-1}/g

3 - Ensayo de material fisionable.

En caso de tener una muestra fisionable tenemos un sumidero de neutrones térmicos proporcional a $\sum_f + \sum_c$ ($\sum_c$ = sección eficaz de captura) y además una fuente de neutrones rápidos proporcional a $\sum_f$. La reactividad se verá afectada por cantidades proporcionales a estas fuentes pero con factores de proporcionalidad diferentes debido a la diferente energía de los neutrones.

En el caso de un uranio de enriquecimiento f (proporción en peso de U^{235}) Se tiene;

$$\rho = \frac{1}{C_f} \left(\sigma_f^5 \frac{N}{A^5} f_5 - \frac{N}{A^5} (\sigma_c^5 + \sigma_f^5) \frac{1}{C_a} - \frac{N}{A^5} \sigma_c^8 \frac{1}{C_A} f_8 \right)$$

donde: $1/C_f$ es el factor de conversión de fuente de fisión a reactividad $1/C_A$ lo mismo para fuente de térmicos (o sumidero si se pone con signo -) N = número de Avogadio A = peso atómico.

σ_c = sección eficaz de captura.
 σ_f = sección eficaz de fisión.

El índice 5 se refiere a U^{235} , el 8 a U^{238} .-
 De la anterior midiendo ρ para una muestra dada se calcula C_f (conocidas las demás constantes).

4 - Medición de sección eficaz de un absorbente. (Muestra de hierro)

Se midieron los períodos al retirar muestras de hierro de los agujeros 1 y 2. El ensayo se hizo con una muestra de 37,8 g y otra de 76,13 extrapolando a masa cero para corregir por depresión de flujo. Se obtuvieron los siguientes valores.

AGUJERO	ρ / p	$\sum_a \text{ cm}^{-1} \text{ por g.}$
1	4,30	0,0304 $\pm$ 0,0025
2	1,95	0,0268 $\pm$ 0,0020

La sección eficaz por gramo para el Fe puro es (Hughes)

$$\sum_a = 0,0262 \pm 0,0009 \quad \text{cm}^{-1} / g$$

5 - Medición de sección eficaz de un absorbente moderador (muestra de Al)

Se midió el período al quitar muestras de Al del agujero 1. Se obtuvo $\rho/p = 0,417 \text{ cm}^{-1}/\text{g}$ Lo cual da para la sección eficaz de absorción aparente

$$\sum a = 0,002955 \pm 0,0002 \text{ cm}^{-1}$$

Para corregir por efecto moderador tomamos de las tablas

$$\begin{aligned} \sum s &= 3,125 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-1} \\ \left\{ \begin{aligned} &= \frac{2}{A + 2/3} = 0,0723 \end{aligned} \right. & \quad A = 27 \end{aligned}$$

De la fórmula (3) resulta

$$\begin{aligned} &= 0,002955 + \frac{7080}{36,200} \quad 0,0723 \\ &= 0,00437 \pm 0,00035 \text{ cm}^{-1} / \text{g} \end{aligned}$$

Las tablas dan para el Al puro

$$= 0,0048 \pm 0,0002 \text{ cm}^{-1}/\text{g}$$