

"GENERACION DE SECCIONES EFICACES EPITERMICAS PARA EL U-235"

L. Kirilovsky - H. Schilman - J. Testoni

DEPARTAMENTO DE REACTORES  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

La influencia de los fenómenos de absorción resonante en el comportamiento de los reactores nucleares, hace que sea de primera necesidad para su cálculo y diseño el dominio de métodos de evaluación de probabilidades de escape a resonancias, que conducen en definitiva al cálculo detallado de flujos neutrónicos. Es importante además, obtener una detallada descripción en energía de las secciones eficaces de resonancia, si se pretende obtener buenas constantes multigrupo en casos tales como el cálculo de evolución para reactores de potencia o en cálculos de reactores con combustibles de óxidos mixtos U-Pu.

Con el objeto de evaluar parámetros de resonancia que se utilizarán en la generación de secciones eficaces microscópicas puntuales del U-235 en la zona epitérmica, se hicieron comparaciones de integrales de secciones eficaces e integrales de resonancia de fisión y captura radiativa, calculadas con los códigos SUNNY y PODGE /1/, y datos experimentales.

1. Comparación entre resultados del programa SUNNY y datos experimentales de integrales de resonancia del U - 235.

Este código calcula secciones eficaces de fisión y de captura radiativa en función de la energía, teniendo en cuenta el ensanchamiento de las resonancias por efecto de la temperatura. El cálculo se realiza a partir de los parámetros de las resonancias resueltas, comprendidas entre 0. y 150. ev en el caso del U-235. Luego, a partir de las secciones eficaces, el programa calcula integrales de resonancia e integrales de secciones eficaces del tipo:

$$\int_{\Delta E} \sigma_x(E) dE \quad \text{y} \quad \int_{\Delta E} \sigma_x(E) dE \quad \times = \begin{cases} \text{captura} \\ \text{fisión} \end{cases}$$

Los datos básicos a partir de los cuales se obtuvieron dichas integrales con el programa SUNNY, fueron: momento angular total, ancho neutrónico reducido, ancho de captura radiativa y ancho de fisión, para cada resonancia /2/. En la Tabla 1 se muestran las comparaciones realizadas:

A) Comparación de las integrales de resonancia de fisión calculadas con SUNNY y las evaluadas por J.J. Schmidt /3/. Se muestran las diferencias relativas porcentuales entre ambas ( $\epsilon_1$ ) y las diferencias relativas porcentuales entre Schmidt y el promedio de los valores de las referencias por él citadas ( $\epsilon_2$ ).

B) Igual que en (A) para las integrales de resonancia de captura radiativa.

C) Comparación de las secciones eficaces promedio de captura radiativa calculadas con SUNNY y las evaluadas por Schmidt.

D) Igual que en (C) para las secciones eficaces promedio de fisión.

E) Se comparan secciones eficaces promedio de fisión calculadas con SUNNY, con mediciones realizadas por J. Blons /4/, siendo en este caso  $\epsilon_2$  las desviaciones porcentuales entre Blons y el promedio de las referencias que cita.

Se puede observar en (A), (B), (C) y (D) que los valores de las diferencias relativas porcentuales entre las integrales calculadas con SUNNY y las evaluadas por Schmidt ( $\epsilon_1$ ) son del orden de las desviaciones que existen entre Schmidt y las referencias que cita ( $\epsilon_2$ ). Análogas consideraciones son válidas para  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$  en (E).

## 2. Evaluación de los parámetros de la zona estadística del U-235, utilizando el programa PODGE.

Este programa calcula secciones eficaces promedio de fisión, captura radiativa y dispersión elástica en los puntos de energía que se le requieran, a partir de los parámetros estadísticos. Los parámetros que intervienen en el cálculo son los siguientes: el espaciado promedio entre resonancias, el ancho neutrónico reducido y el ancho de captura radiativa.

A partir de los valores de parámetros estadísticos recomendados por Schmidt /3/, se realizó un ajuste de dichos parámetros por comparación de las secciones eficaces calculadas con el código PODGE y datos experimentales /5/ y /4/, /6/, /7/. Con los parámetros obtenidos a partir del ajuste, se volvieron a calcular con PODGE las secciones eficaces promedio de fisión y captura radiativa, que se comparan con las mediciones utilizadas para el ajuste (figuras 1, 2 y 3).

Las estimaciones del error experimental de los datos evaluados /8/ son  $\pm 10\%$  para la sección eficaz de fisión entre 150.eV y 1.keV y  $\pm 6\%$  entre 1.keV y 30.keV. Teniendo en cuenta estas estimaciones, se puede apreciar que el ajuste logrado cae dentro del error de las medidas. Similares conclusiones son válidas para las secciones eficaces de captura, ya que las estimaciones de error /8/ para la sección eficaz total son de  $\pm 3\%$  entre 150.eV y 720.eV y de  $\pm 7\%$  entre 720.eV y 10.keV.

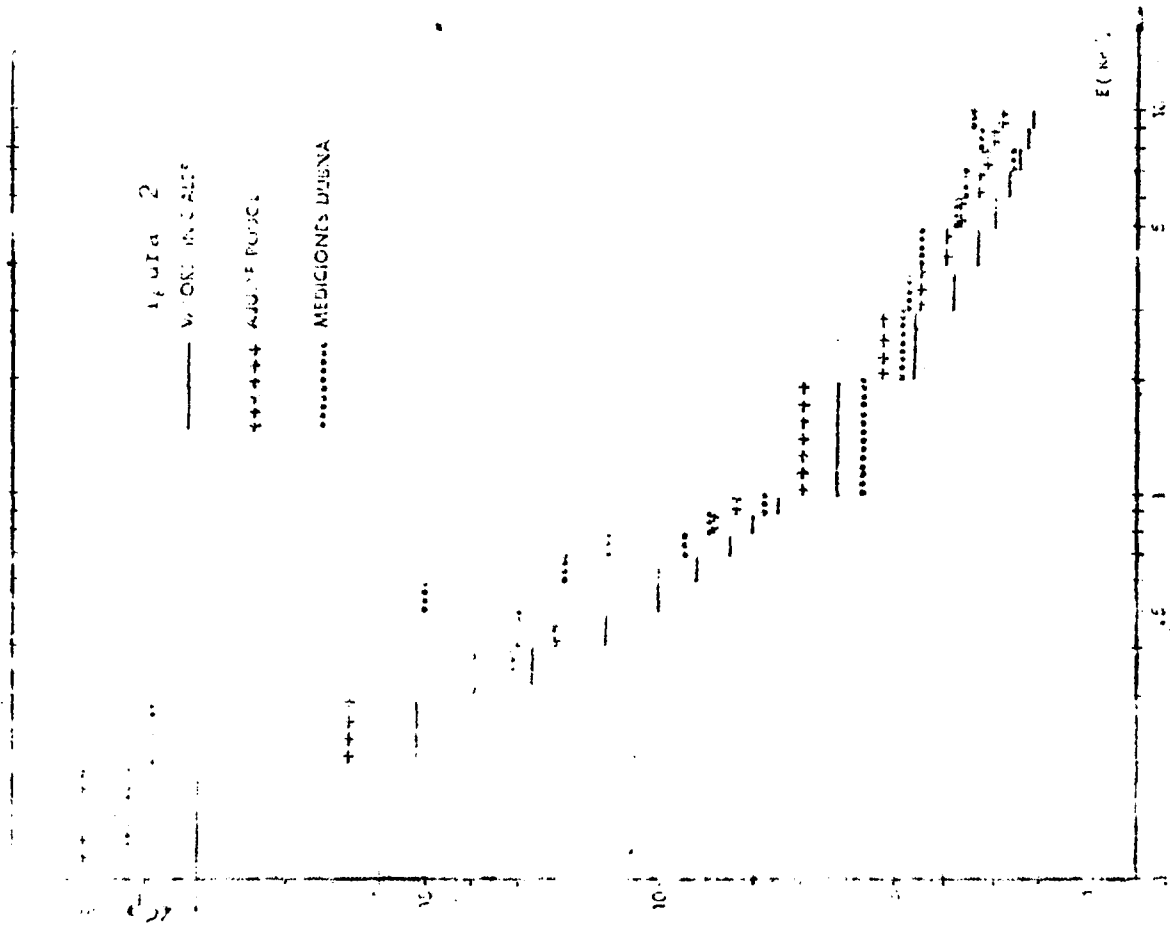
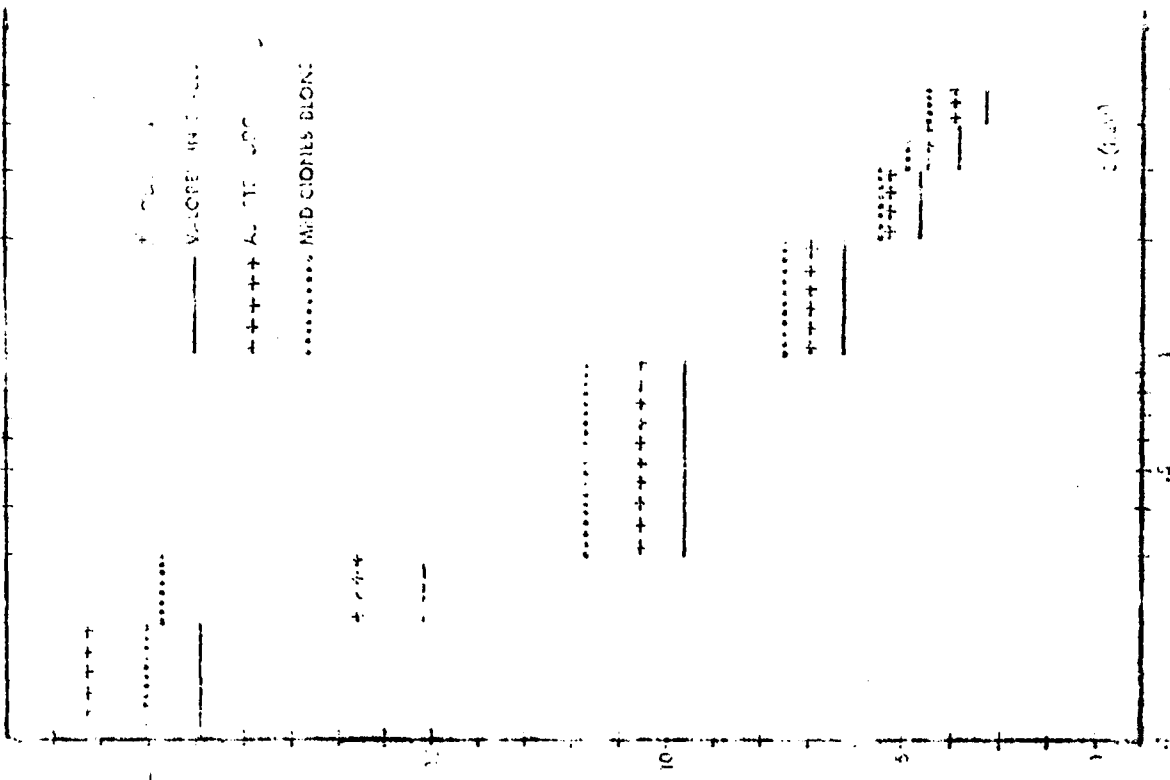
## 3. Conclusiones.

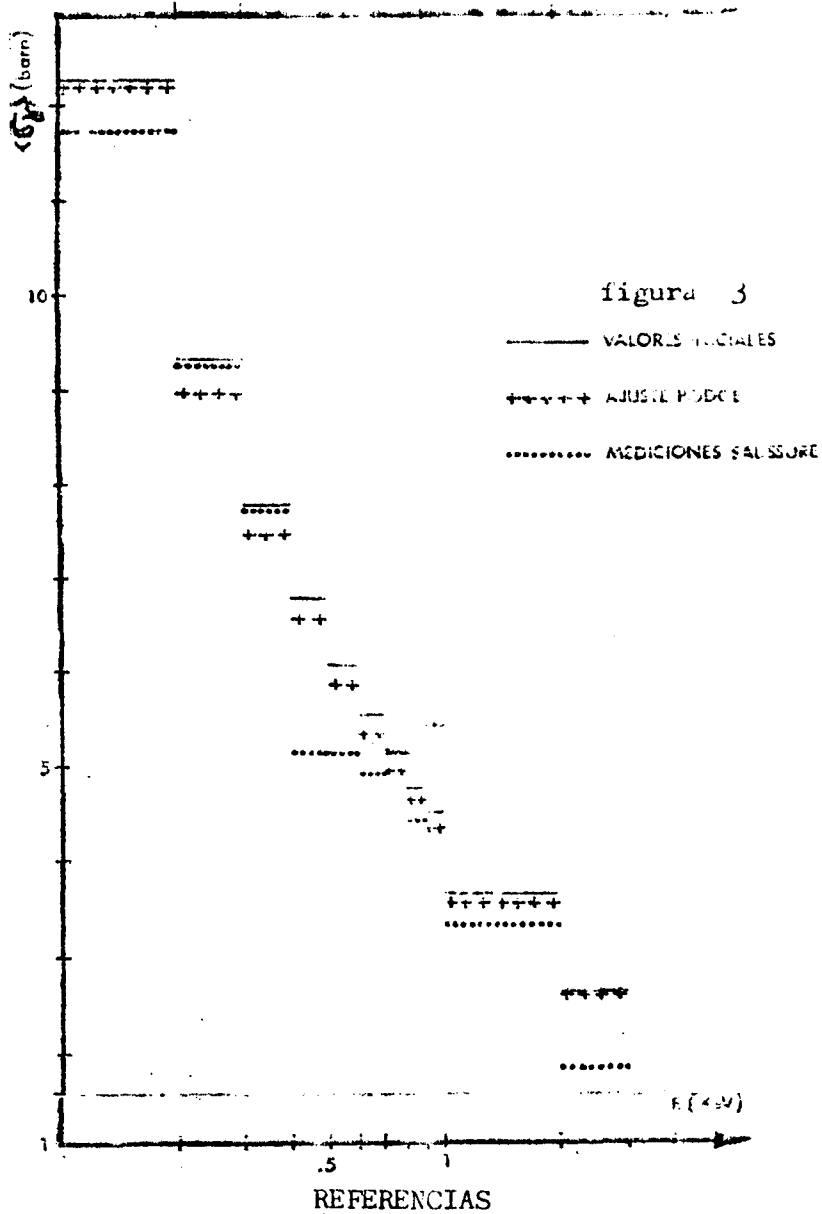
Las comparaciones efectuadas muestran que es posible adoptar el juego de parámetros de resonancias resueltas de la referencia /2/. Para la zona no resuelta, se descartó la necesidad de realizar ajustes más precisos de los parámetros estadísticos, debido a la magnitud de los errores experimentales mencionados en el punto anterior.

TABLA 1

"COMPARACION ENTRE INTEGRALES DE RESONANCIA CALCULADAS POR SUNNY Y DATOS EXPERIMENTALES"

| A)                                      | $E_{\max} - E_{\min}$ | SUNNY   | Schmidt | $\epsilon_1$ | $\epsilon_2$ |
|-----------------------------------------|-----------------------|---------|---------|--------------|--------------|
| $\langle \sigma_F \frac{dE}{E} \rangle$ | 113. - 100.ev         | 1.8 b.  | 2.2 b.  | 18.2 %       | 10.6 %       |
|                                         | 100. - 60.            | 10.9    | 11.9    | 8.4          | 7.3          |
|                                         | 60. - 40.             | 17.4    | 16.5    | 5.4          | 30.9         |
|                                         | 40. - 20.             | 30.5    | 28.9    | 5.5          | 8.7          |
|                                         | 20. - 10.             | 29.5    | 32.5    | 9.2          | 14.0         |
|                                         | 10. - 5.              | 38.2    | 35.9    | 6.4          | 11.1         |
| B)                                      | $E_{\max} - E_{\min}$ | SUNNY   | Schmidt | $\epsilon_1$ | $\epsilon_2$ |
| $\langle \sigma_Y \frac{dE}{E} \rangle$ | 113. - 100.ev         | 1.9 b.  | 2.4 b.  | 20.8 %       | 9.7 %        |
|                                         | 100. - 60.            | 8.3     | 9.4     | 11.7         | 25.3         |
|                                         | 60. - 40.             | 10.8    | 12.2    | 11.5         | 39.9         |
|                                         | 40. - 20.             | 27.3    | 27.2    | 0.4          | 5.0          |
|                                         | 20. - 10.             | 34.3    | 35.6    | 3.6          | 0.5          |
|                                         | 10. - 5.              | 33.9    | 28.5    | 18.9         | 0.1          |
| C)                                      | $E_{\max} - E_{\min}$ | SUNNY   | Schmidt | $\epsilon_1$ | $\epsilon_2$ |
| $\langle \sigma_Y \rangle$              | 113. - 100.ev         | 16.0 b. | 9.1 b.  | 75.8 %       | 218.0 %      |
|                                         | 100. - 60.            | 16.6    | 12.5    | 32.8         | 32.0         |
|                                         | 60. - 40.             | 27.1    | 34.3    | 21.0         | 24.2         |
|                                         | 40. - 20.             | 39.2    | 49.3    | 20.5         | 37.7         |
|                                         | 20. - 10.             | 50.0    | 55.6    | 10.2         | 22.3         |
|                                         | 10. - 5.              | 50.9    | 35.1    | 45.0         | 17.9         |
| D)                                      | $E_{\max} - E_{\min}$ | SUNNY   | Schmidt | $\epsilon_1$ | $\epsilon_2$ |
| $\langle \sigma_F \rangle$              | 113. - 100.ev         | 14.3 b. | 17.6 b. | 18.7 %       | 11.4 %       |
|                                         | 100. - 60.            | 21.5    | 23.3    | 7.7          | 19.3         |
|                                         | 60. - 40.             | 44.7    | 44.3    | 0.9          | 0.9          |
|                                         | 40. - 20.             | 46.1    | 41.7    | 10.5         | 4.3          |
|                                         | 20. - 10.             | 47.5    | 47.4    | 0.2          | 4.8          |
|                                         | 10. - 5.              | 63.2    | 57.7    | 9.5          | 10.9         |
| E)                                      | $E_{\max} - E_{\min}$ | SUNNY   | Blons   | $\epsilon_1$ | $\epsilon_2$ |
| $\langle \sigma_F \rangle$              | 100. - 60. ev         | 21.6 b. | 25.1 b. | 13.9 %       | 2.0 %        |
|                                         | 60. - 50.             | 63.8    | 64.5    | 1.1          | 9.6          |
|                                         | 50. - 40.             | 25.6    | 34.0    | 24.7         | 3.2          |
|                                         | 40. - 30.             | 60.0    | 57.3    | 4.7          | 4.2          |
|                                         | 30. - 20.             | 32.3    | 34.3    | 5.8          | 4.4          |





- REFERENCIAS
- /1/ - R.J. Brissenden, C. Durston, "GENEX-SDR and Related Computer Codes"; Winfrith; AEEW R 622 (1968)
  - /2/ - S.F. Mughabghab, D.I. Garber, "Neutron Cross Sections, Volume 1, Resonance Parameters"; National Neutron Cross Sections Center; Brookhaven; BNL325 (1973)
  - /3/ - J.J. Schmidt, "Neutron Cross Sections for Fast Reactor Materials, Part 1: Evaluation"; Karlsruhe; KFK120 (1966)
  - /4/ - J. Blons; Nuclear Science and Engineering; 51,2,130 (1973)
  - /5/ - J.B. Czinn, G.S. Sidhu; N.S.E.; 60,4,383 (1976)
  - /6/ - Y. Ryabov et al.; Communications of the Joint Institute for Nuclear Research; Dubna (1970)
  - /7/ - G. de Saussure et al.; Nuclear Data for Reactors; Vol. II, pp 233; IAEA (1967)
  - /8/ - B. Schatz, "Evaluation for Neutron Data for U235 Above the Resolved Resonance Region for KLEARK"; Karlsruhe; KFK1620 (1973)