

## CALCULO DE NIVELES DE ENERGIA Y DE PROPIEDADES NUCLEARES

S. M. Abecasis

Departamento de Física  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires - Argentina.

C. A. Heras

Departamento de Física  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Oriente, Cumaná - Venezuela.

N. Sedo

Departamento de Física  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires - Argentina.

En los cálculos relacionados con modelos nucleares se presenta en la mayoría de los casos, el problema de hallar los mejores parámetros que ajustan las energías de niveles calculadas con las experimentales. Esto trae aparejado la estimación de esos parámetros mediante un proceso de cálculo que minimiza la diferencia (chi-cuadrado) entre los valores teóricos y los experimentales. Generalmente el problema se resuelve formando los elementos de matriz del Hamiltoniano del modelo y luego se los multiplica por los parámetros adecuados. El proceso se repite hasta obtener el ajuste deseado. Este método tiene el inconveniente de que en el caso en que se manejen matrices de grandes dimensiones el proceso de minimización puede requerir tiempos efectivos de ejecución extremadamente largos, con todas las desventajas que ello representa.

En este trabajo se propone un método que permite en forma sencilla resolver este tipo de problemas. El método se probó con un caso anteriormente resuelto con el método clásico y en el que sólo se permitía la variación de dos parámetros por vez (1). En el presente caso se realizó también la variación simultánea de todos los parámetros involucrados en el modelo en consideración.

La idea fundamental consiste en realizar un programa que forme los elementos de matriz de una sola vez y para siempre y que además los grave en una cinta magnética en forma de BLOCK DATA con un COMMON etiquetado que permite el uso pos-

terior de los mismos. En este COMMON también se incluyen las etiquetas de todos y cada uno de los elementos de matriz que son las que indican por cuáles parámetros deben multiplicarse cada uno de ellos. Este programa se realizó con la estructura más simple posible de manera de que pueda ser usado en otros casos con sólo efectuar leves modificaciones. La "física" del problema se la recogió en las diferentes rutinas que son justamente las que individualizan el modelo nuclear a tratar.

A continuación se realiza otro programa que ejecuta dos pasos fundamentales. En el primero de ellos se llama a la rutina de minimización apropiada. En el presente caso se usó la rutina MINUIT (2) que es un sistema para la minimización de funciones que permite la variación simultánea de 15 parámetros. En una de las rutinas de la MINUIT, la SUBROUTINE FCN, se multiplican, de acuerdo con el valor del índice, los elementos de matriz por los correspondientes parámetros. Hay que hacer notar que la rutina FCN es propia del usuario y por lo tanto hay que confeccionarla de acuerdo con las necesidades del problema a tratar. Sin embargo, con la estructura que en la actualidad presenta resulta sumamente apta para diferentes modelos nucleares con simples modificaciones inherentes al mismo. Una vez obtenida la matriz correspondiente a cada espín, se diagonaliza y se obtienen así los autovalores y autovectores. Son los autovalores los que se ajustan a las energías de los niveles experimentales hasta llegar al acuerdo deseado. Una vez obtenido, la misma rutina se encarga de ordenar los niveles de acuerdo con su energía creciente lo que facilita la rápida comparación con los datos experimentales.

El proceso mencionado se realiza en base a los niveles de energía experimentales y por lo tanto no es dable suponer que existan datos para todos y cada uno de los espines permitidos. Por esa razón una vez terminado el ciclo, y contando ya con los mejores autovalores y autovectores, el primer programa se vuelve a ejecutar para realizar el cálculo de las propiedades nucleares de cada nivel. En este último caso resulta innecesario la grabación anteriormente mencionada y por lo tanto, mediante una adecuada opción, se procede a calcular directamente las propiedades nucleares. Para ello, y para mantener la flexibilidad que se le quiere imponer al programa, el cálculo de las mismas se realiza en otra rutina que es también propia de cada modelo nuclear a tratar.

El método anteriormente descrito fué aplicado exitosamente al cálculo de los niveles de energía y propiedades nucleares de los nucleidos en las capas  $1f_{7/2}$  y  $1g_{9/2}$ , que había sido realizado anteriormente mediante el método clásico, tal como se mencionó anteriormente.

Además, para demostrar la flexibilidad del método propuesto también se está aplicando en la actualidad a otros modelos nu-

cleares y hasta el presente, los resultados son satisfactorios.

- )
- (1) C. A. Heras, S. M. Abecasis, Phys. Rev. C 12, 1659 (1975)
  - (2) F. James, M. Roos, Comp. Phys. Comm. 10, 343 (1975)