

Descrição dos Processos de Fusão e Reação através do Potencial Folding Não-Local (NLM3Y).

LEANDRO R. GASQUES, LUIZ C. CHAMON, DIRCEU PEREIRA

Laboratório Pelletron, Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Durante muitos anos foi publicada uma vasta gama de dados experimentais de secção de choque de reação e fusão referentes a um número muito grande de sistemas. Nosso trabalho consistiu, basicamente, em verificar até que ponto podemos ajustar estes dados de secção de choque utilizando apenas o modelo unidimensional de penetração de barreiras [1], o potencial Double Folding [2] e o modelo não-local para o potencial nuclear [3] (Potencial NLM3Y). Para efetuar cálculos com o potencial Double Folding, nós obtivemos um modelo para as densidades de massa dos núcleos estudando uma sistemática [4] de densidades de carga que foi obtida através do espalhamento de elétrons de alta energia. Verificamos que tais densidades são descritas de forma bastante satisfatória se utilizarmos uma distribuição de Fermi:

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \exp\left(\frac{r-R_0}{A}\right)}. \quad (1)$$

O valor do parâmetro A (difusividade) pode ser considerado independente do sistema e vale 0,56 fm. Já, R_0 e ρ_0 são obtidos de:

$$R_0 = 1,80Z^{1/3} - 1,26 \text{ (fm)} \quad (2)$$

$$\rho_0 = \frac{Z}{4\pi \int \frac{r^2}{1 + \exp\left(\frac{r-R_0}{A}\right)}} \quad (3)$$

onde Z é o número de prótons do núcleo. A densidade de massa é a soma das densidades de prótons e nêutrons. Em nosso modelo estamos assumindo que a densidade de prótons é idêntica a densidade de carga e a densidade de nêutrons pode ser obtida de forma similar à dos prótons. No modelo unidimensional de penetração de barreiras [1], a secção de choque pode ser calculada a partir do fluxo transmitido através da barreira de potencial efetivo para todas as ondas parciais. Nesse contexto, foi demonstrado por Wong [5] que a secção de choque pode ser calculada através da expressão:

$$\sigma(E) = \frac{\hbar W_0}{2E} R_0^2 \ln \left\{ 1 + \exp \left[\frac{2\pi}{\hbar W_0} (E - V_{B0}) \right] \right\} \quad (4)$$

onde R_0 , V_{B0} e $\hbar W_0$ são respectivamente o raio, a altura e a curvatura da barreira efetiva para a onda $\ell = 0$. Então, uma vez conhecido os potenciais nuclear e coulombiano é possível calcular os parâmetros de barreira e, portanto, a secção para qualquer energia. Em nosso trabalho foi introduzida uma correção no potencial nuclear devido à característica fermiônica dos núcleons (não localidade) [3].

Neste ponto, é muito importante introduzir a secção de choque reduzida e a energia reduzida [6], para efeito de comparação entre dados de diferentes sistemas. Estas grandezas adimensionais são descritas pelas equações:

$$\sigma_{red} = \frac{2E}{\hbar W_0 R_0^2} \sigma(E) \quad (5)$$

$$E_{red} = \frac{E - V_{B0}}{\hbar W_0}. \quad (6)$$

Utilizando estas definições podemos rescrever a expressão (4) da seguinte forma:

$$\sigma_{red} = \ln [1 + \exp(2\pi E_{red})]. \quad (7)$$

Sendo assim, a secção de choque reduzida passa a ser uma função universal da energia reduzida, independente do sistema que estamos analisando, ou seja, toda dependência com o sistema foi eliminada através dos parâmetros de barreira.

Para a seção de choque de reação, estudamos 165 sistemas diferentes, em diversas energias, perfazendo um total de 562 pontos experimentais. A concordância entre teoria e experimento é muito boa considerando o grande número de sistemas e a extensa região de energia analisados (a dispersão dos dados em relação à curva teórica é de aproximadamente 11%). É importante salientar que não utilizamos nenhum parâmetro livre para fazer o ajuste dos dados.

Para a secção de choque de fusão, fizemos uma renormalização dos parâmetros da barreira (R_0, V_{B0} e $\hbar W_0$) e conseguimos ajustar os dados referentes a 127 diferentes sistemas com boa precisão. Para esta análise dispusemos

de 1837 pontos experimentais, abrangendo uma extensa região de energia. O ajuste foi considerado bastante satisfatório, inclusive na região abaixo da barreira de potencial (região de energia subcoulombiana).

References

- [1] L. C. Vaz, J. M. Alexander, G. R. Satchler, Phys. Rep. **69** (1981) 373.
- [2] G. R. Satchler, W. G. Love, Phys. Rep. **55** (1979) 183.
- [3] L. C. Chamon, D. Pereira, M. S. Hussein, M. A. C. Ribeiro, D. Galetti, Phys. Rev. Lett. **79** (1997) 5218.
- [4] C. M. de Jager, H. de Vries and C. de Vries, At. Data Nucl. Data Tables **14** (1974) 479.
- [5] C. Y. Wong, Phys. Rev. Lett. **31** (1973) 766.
- [6] L. C. Chamon, tese de doutorado apresentada no Instituto de Física da USP (1990).