

N-N Scattering

HonQM

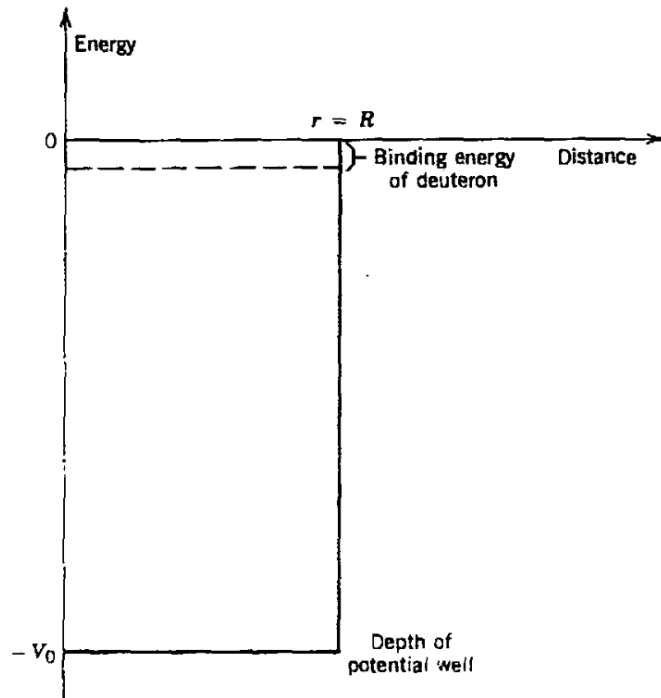
23-07-2015

João Lourenço

Introdução

- Análise do deuterão (estado ligado de um próton com um neutrão)
- Sistema ideal para abordar as interações entre nucleões
- Análise do scattering n-p tendo como base o modelo do deuterão
- Concluir sobre a validade do modelo utilizado

Deuteron



$$V(r) = -V_0 \quad \text{for } r < R$$
$$= 0 \quad \text{for } r > R$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 u}{dr^2} + \left[V + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2m r^2} \right] u = Eu.$$

- Não sabemos o momento angular orbital do estado fundamental do Deuteron

Paridade e Spin

- Spin $I=1$; Paridade P positiva (+)

$$I = s_n + s_p + l$$

- Não se considera $S=0$; Para $S=1$ apenas se pode ter $L=0,2$
- Nota-se que a força nuclear deverá depender do spin

Momento Magnético

- Estado fundamental corresponde a uma mistura de estados

$$\psi = a_s \psi(\ell = 0) + a_d \psi(\ell = 2)$$

- Para esta função de onda

$$\mu = a_s^2 \mu(\ell = 0) + a_d^2 \mu(\ell = 2)$$

$$\mu(\ell=0) = \frac{1}{2} \mu_N (g_{sn} + g_{sp})$$

$$\mu(\ell=2) = \frac{1}{4} (3 - g_{sp} - g_{sn}) \mu_N$$

$$a_s^2 = 0.96, a_d^2 = 0.04$$

Deuteron

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 u}{dr^2} + V(r)u(r) = Eu(r)$$

$$u(r) = A \sin k_1 r + B \cos k_1 r \quad , r < R$$

$$u(r) = C e^{-k_2 r} + D e^{+k_2 r} \quad , r > R$$

- A função de onda tem de ser finita, logo B,D=0
- Aplicando as condições fronteira em r=R, obtemos:

$$k_1 \cot k_1 R = -k_2$$

- Com os valores tabelados de R e de E, obtemos que V=35 MeV

Scattering n-p

- Poço de potencial do deuteron
- $E > 0$ e o scattering será a baixas energias ($L=0$)

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 u}{dr^2} + V(r)u(r) = E u(r)$$

$$u(r) = A \sin k_1 r + B \cos k_1 r \quad , r < R$$

$$u(r) = C' \sin k_2 r + D' \cos k_2 r \quad , r > R$$

Scattering n-p

- A última equação pode ser reescrita como

$$u(r) = C \sin(k_2 r + \delta)$$

- Aplicando as condições fronteira em $r=R$

$$k_2 \cot(k_2 R + \delta) = k_1 \cot k_1 R$$

Scattering n-p

- Para $L=0$

$$\sigma = \frac{4\pi \sin^2 \delta_0}{k^2}$$

- Fazendo

$$\alpha = -k_1 \cot k_1 R$$

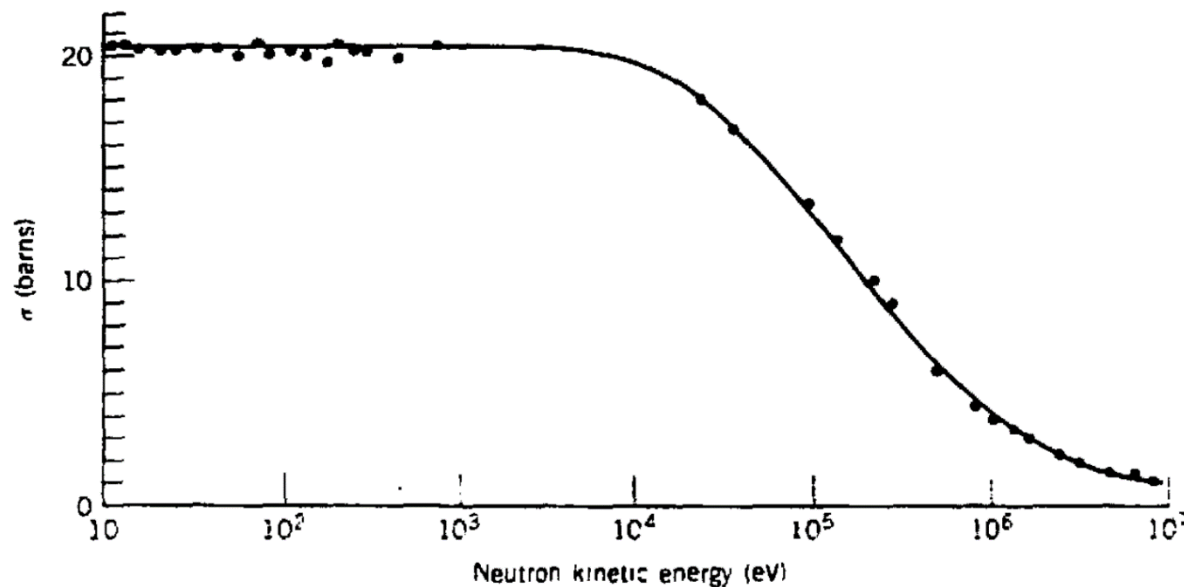
- Modificando a equação das condições fronteira ficamos com

$$\sin^2 \delta_0 = \frac{\cos k_2 R + (\alpha/k_2) \sin k_2 R}{1 + \alpha^2/k_2^2}$$

$$\sigma = \frac{4\pi}{k_2^2 + \alpha^2} \left(\cos k_2 R + \frac{\alpha}{k_2} \sin k_2 R \right)$$

Scattering n-p

- Para $V=35$ MeV e $R=2,1$ fm e considerando energia baixas ($E=10$ KeV), obtemos que $\sigma=3,14$ b
- Secção eficaz constante e da ordem de 3 b



Scattering n-p

- Secção eficaz depende do spin total

$$\sigma = \frac{3}{4}\sigma_1 + \frac{1}{4}\sigma_3$$

- A secção eficaz calculada corresponde ao tripleto (deutério)
- Usando o valor experimental da secção eficaz para baixas energias $\sigma \approx 20,4 \text{ b}$

$$\sigma_3 = 72,18 \text{ b}$$

Conclusão

- No deuterão o estado fundamental só é composto por tripletos
- Secções eficazes muito diferentes
- Modelo claramente errado
- Potencial será não-central, fortemente dependente do spin dos nucleões