

Zero-range PWBA を用いた ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}(p,d)$ 反応の微視的分析

高階 正彰

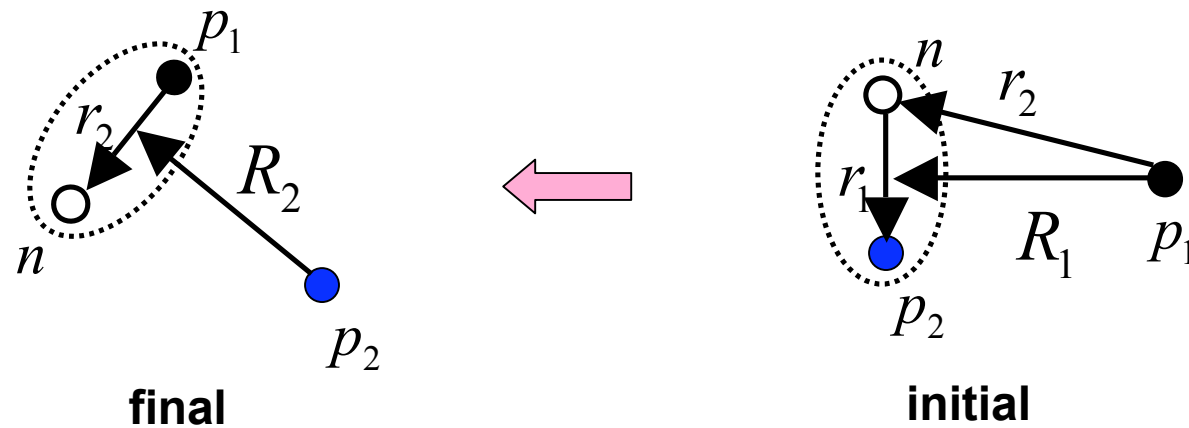
(京大基研)

問題設定

${}^6\text{He}$ (${}^6\text{Li}$) 内での n-n (p-n) 間の相対運動量をいかにして見るか。

簡単な zero-range PWBA 近似を使って調べてみる。

まず、p+d elastic transfer (後方散乱) を考えてみる。



DWBA の T-matrix

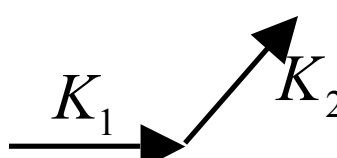
$$T \propto \left\langle \chi_{p-d}(R_2) \varphi_d(r_2) \left| V_{pn}(r_2) \right| \varphi_d(r_1) \chi_{p-d}(R_1) \right\rangle$$

$$T \propto \left\langle \chi_{p-d}(R_2) \varphi_d(r_2) \left| V_{pn}(r_2) \right| \varphi_d(r_1) \chi_{p-d}(R_1) \right\rangle$$

zero-range 近似 : $\varphi_d(r_2) V_{pn}(r_2) \rightarrow D\delta(r_2)$

平面波近似 $\chi_{p-d}(R) \rightarrow (2\pi)^{-3/2} e^{iK \cdot R}$

$$\begin{cases} R_1 = \frac{1}{2}r_1 + r_2 \\ R_2 = -r_1 - \frac{1}{2}r_2 \end{cases} \quad \begin{cases} r_1 = -\frac{2}{3}(R_1 + 2R_2) \\ r_2 = \frac{2}{3}(2R_1 + R_2) \end{cases} \longrightarrow R_1 = \frac{1}{2}R_2$$

$$T \propto \int e^{i(K_2 + \frac{1}{2}K_1) \cdot R_2} \varphi_d(R_2) dR_2$$


$$T \propto \int e^{iP \cdot R_2} \varphi_d(R_2) dR_2 \quad P = K_2 + \frac{1}{2}K_1$$

$$|T|^2 \propto \int e^{-iP \cdot R_2} \varphi_d^*(R_2) \varphi_d(R_2') e^{iP \cdot R_2'} dR_2 dR_2'$$

\uparrow
 $\rho_d(R_2, R_2')$ density matrix

$$\begin{cases} R_2 = x + \frac{y}{2} \\ R_2' = x - \frac{y}{2} \end{cases}$$

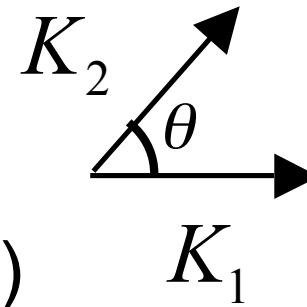
$$|T|^2 \propto \int \rho_d\left(x + \frac{y}{2}, x - \frac{y}{2}\right) e^{iP \cdot y} dy dx$$

$$= \rho_d(P) \quad \text{momentum distribution}$$

→ 堀内君の論文

P とは? $P = K_2 + \frac{1}{2}K_1$ (CM 系)

(見かけ上) 弾性散乱 $|K_2| = |K_1|$



$E_p = 70$ MeV のとき、 $K_1 = 1.23$ (fm⁻¹)

$$P = K_1 \sqrt{5/4 + \cos \theta}$$

Min: 180 deg. $P = 0.61$ (fm⁻¹) \rightarrow 121 MeV/c

(須田さんの見積)

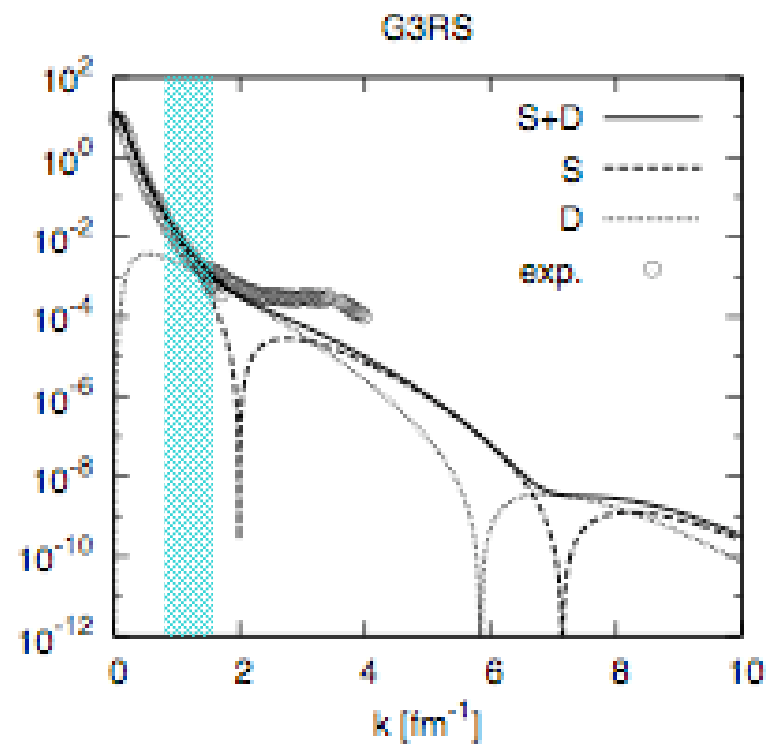
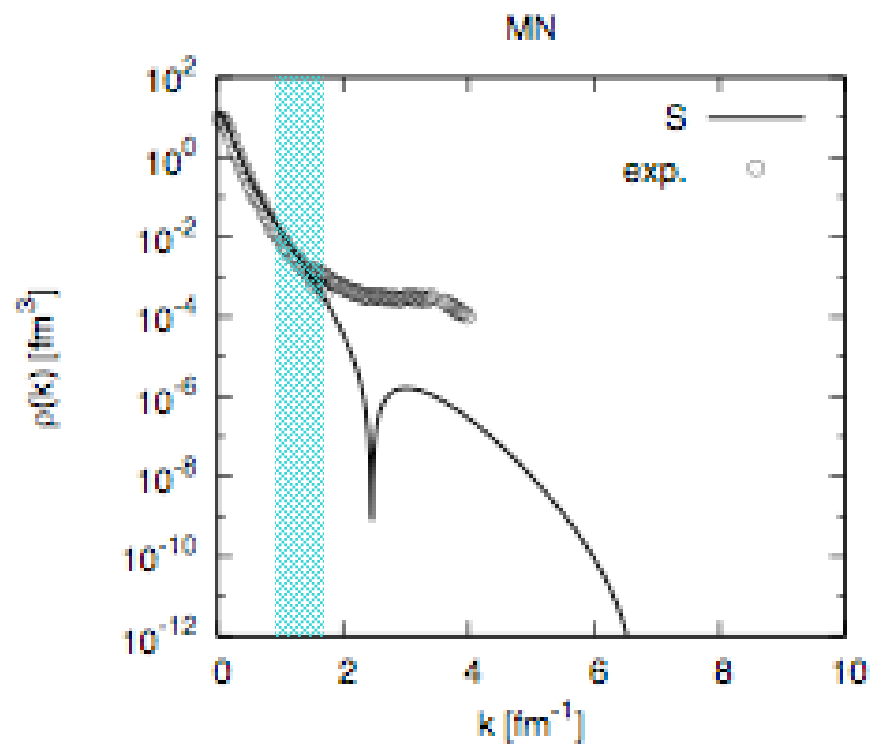
Max: 0 deg. $P = 1.85$ (fm⁻¹) \rightarrow 363 MeV/c

本物の elastic に隠れて

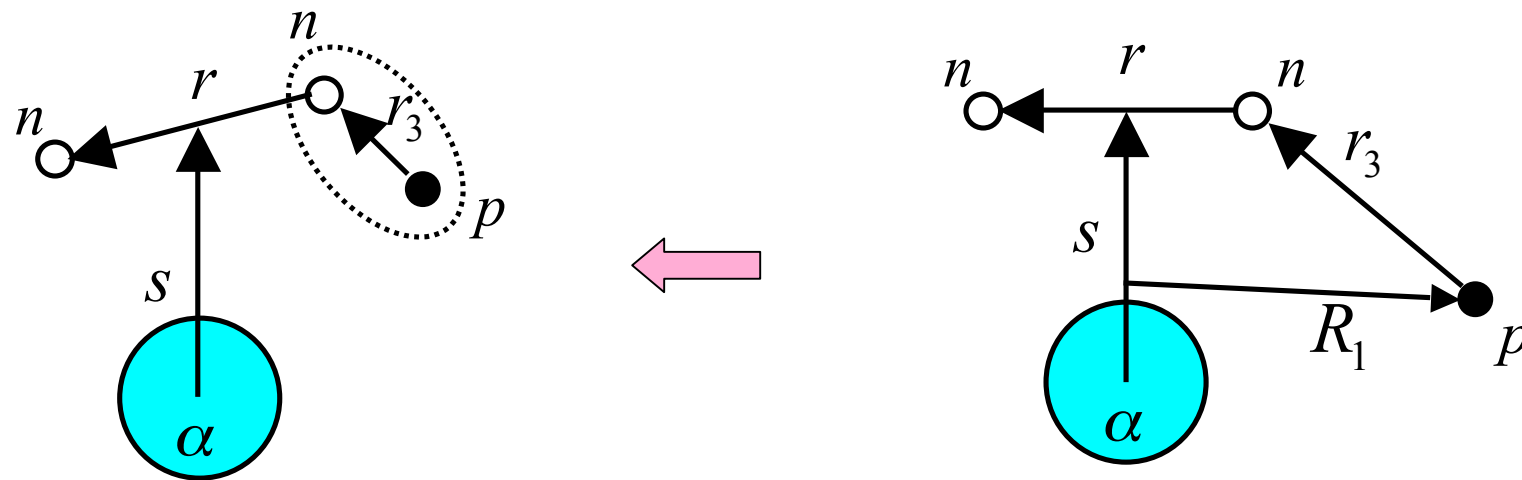
p+d system

$E_p = 70 \text{ MeV}$ の時

$P = 0.61 - 1.85 \text{ (fm}^{-1}\text{)}$



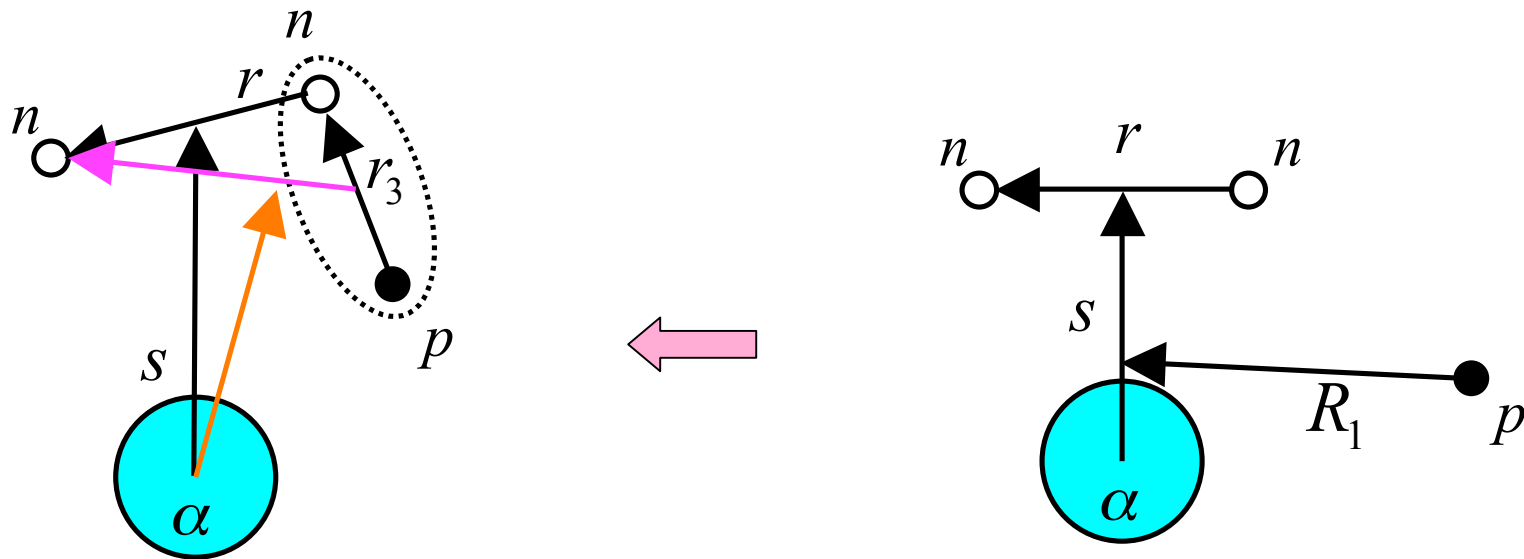
${}^6\text{He}(p,d)$ の場合は？



$$T \propto \left\langle \chi_{n-d} \chi_{nd-\alpha} \varphi_d(r_3) \left| V_{pn}(r_3) \right| \Psi_{{}^6\text{He}}(r, s) \chi_p(R_1) \right\rangle$$

zero-range 近似、平面波近似を施すと、

$$T \propto \int e^{i(-k+\kappa/6-K_1/2)\cdot r} e^{i(-\kappa+2K_1/3)\cdot s} \Psi_{6He}(r,s) dr ds$$



k : n-d 間の運動量 K : nd- α 間の運動量

$$p = -k + \kappa/6 - K_1/2$$

$$q = -\kappa + 2K_1/3$$

$$|T|^2 \propto \int e^{-ip \cdot (r-r')} e^{-iq \cdot (s-s')} \Psi_{6He}^*(r, s) \Psi_{6He}(r', s') dr dr' ds ds'$$

$$= \int e^{-ip \cdot y} e^{-iq \cdot v} \rho_{6He} \left(x + \frac{y}{2}, x - \frac{y}{2}; u + \frac{v}{2}, u - \frac{v}{2} \right) dx dy du dv$$

q=0 のとき

$$|T|^2 \propto \int e^{-ip \cdot y} \rho_{6He}^{N-N} \left(x + \frac{y}{2}, x - \frac{y}{2} \right) dy dx$$

= $\rho(p)$ 堀内君の論文で計算されたものそのもの

$$\rho_{6He}^{N-N} \left(x + \frac{y}{2}, x - \frac{y}{2} \right) = \int \rho_{6He} \left(x + \frac{y}{2}, x - \frac{y}{2}; u + \frac{v}{2}, u - \frac{v}{2} \right) du dv$$

$$p = -k + \kappa/6 - K_1/2$$

$$q = -\kappa + 2K_1/3$$

$$q=0 \text{ のとき、 } \kappa = \frac{2}{3}K_1 \quad \longrightarrow \quad p = -k - \frac{7}{18}K_1$$

$$K_1 = 1.58 \text{ (fm}^{-1}\text{)} \quad \text{エネルギー保存から } |k| = \frac{7}{9}|K_1|$$

$$p = \frac{7}{18}K_1 \sqrt{5 + 4 \cos \theta}$$

Min: 180 deg. $P=0.61 \text{ (fm}^{-1}\text{)} \rightarrow 121 \text{ MeV/c}$

Max: 0 deg. $P=1.85 \text{ (fm}^{-1}\text{)} \rightarrow 363 \text{ MeV/c}$

p+d の時と同じ

high momentum

を隠す要素は？

