

微視的クラスターモデルによる¹⁹Neの構造研究

自然科学一般

○大谷嶺詩(院生)、岩崎正昂(院生)、伊藤誠(システム理工学部 物理・応用物理学科 准教授)

研究概要・成果

Background and Framework

Background

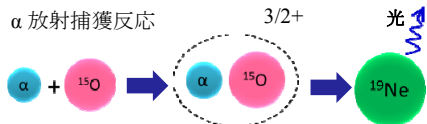
X線バースト

中性子星 - 恒星系において、恒星物質が中性子星に降り注ぎ、中性子星表面で爆発が起こる現象



¹⁹NeとX線バースト

α放射捕獲反応



X線バーストの爆発過程に重要と言われている特にスピンパリティ3/2+共鳴状態が非常に重要

Previous study

¹⁹Neの研究は少数 (¹⁹Ne = α + ¹⁵O)

↕ 鏡映系

¹⁹F = (α + ¹⁵N) + (t + ¹⁶O) の計算がなされている
⇒ 3/2+状態は再現できていない

Present subject

1. 微視的クラスターモデルによる¹⁹Neの分析

(³He+¹⁶O) + (⁴He+¹⁵O) チャンネル結合問題を解き、¹⁹Neのエネルギーを計算し実験と比較する

2. ⁵He+¹⁴Oを考慮した拡張計算

3/2+状態に対し(³He+¹⁶O) + (⁴He+¹⁵O) + (⁵He+¹⁴O)を解き、⁵He+¹⁴Oの結合の効果を調べる

Framework

1. Hamiltonian

$$H = \sum_{i=1}^{19} t_i + \sum_{i>j}^{19} v_{ij}^{(N)} + \sum_{i>j}^{19} v_{ij}^{(C)} + \sum_{i>j}^{19} v_{ij}^{(LS)}$$

Central Force Coulomb int. Spin orbit int.

2. Generalized two centers cluster model

$$\Phi^{J\pi}(S) = P^J \pi^A \{C_1[\alpha + {}^{15}\text{O}] + C_2[{}^3\text{He} + {}^{16}\text{O}]\}$$

Jπ projection He S O

Variational parameters : C₁, C₂, S

M. Ito and K. Ikeda, ROP77 (2014)

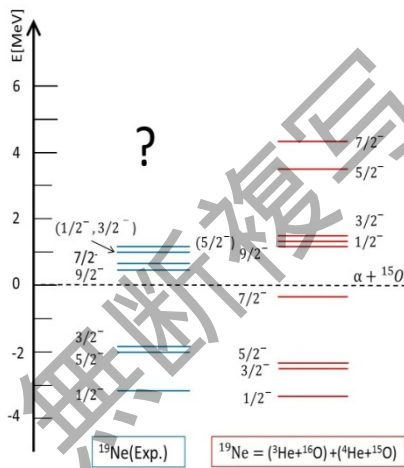
3. Eigenvalue problem

$$\text{Hill-Wheeler equation : } H\Psi^{J\pi} = E\Psi^{J\pi}$$

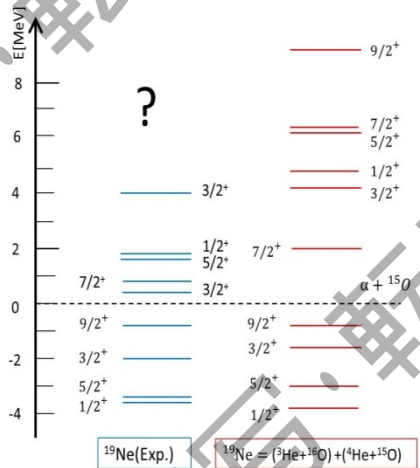
$$\Psi^{J\pi} = \sum C(S)\Phi^{J\pi}(S)$$

Results

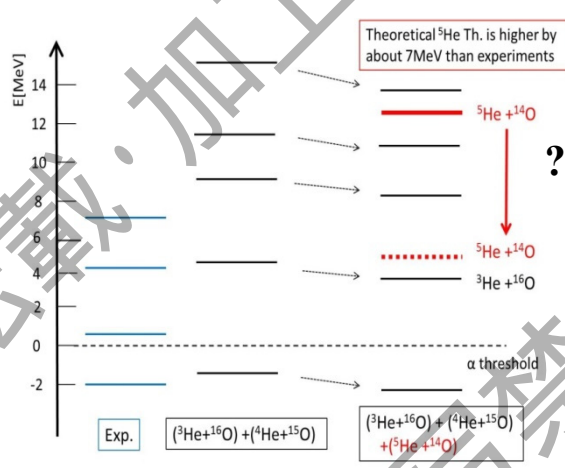
Energy spectra (odd parities)



Energy spectra (even parities)



Effect of the ⁵He+¹⁴O for the 3/2+ states



Summary & Results

1. 微視的チャンネル結合計算によって¹⁹Neの低励起状態を再現した
2. さらに、実験で観測されていない未知の高励起準位の存在を予測した
3. 3/2+状態においては⁵He+¹⁴O配位が重要であることが分かった

応用分野、実用化可能分野

低エネルギー核反応が主要な役割を果たす、基礎科学・応用工学分野に応用可能
応用例：天体内における元素合成反応、原子炉内核反応、放射線医療分野など

問合せ先：関西大学 システム理工学部 伊藤 誠 E-mail: itomk@kansai-u.ac.jp

関大ORDIST

先端科学技術推進機構
社会連携部 産学官連携センター、知財センター