博 士（理 学） Ichinkhorloo Dagvadorj

学 位 論 文 題 名

Analyses of n+^{6}Li and n+^{7}Li Reactions Using the Continuum Discretized Coupled-Channels Method

(離散化連続結合チャンネル法を用いた n+^{6}Li 及び n+^{7}Li 反応の分析)

学位論文内容の要旨

The purpose of this work is to establish the reliability of continuum-discretized coupled-channels (CDCC) method for the evaluation of cross section data for n+^{6}Li and n+^{7}Li reactions. In this study, ^{6}Li and ^{7}Li nuclei are described by the $d+\alpha$ and $t+\alpha$ cluster models, respectively, because they have very small binding energies, from the d-α and t-α breakup threshold. Because of those features, a breakup process of ^{6,7}Li into d, t and α is one of the significant mechanisms of the reaction process, and the accurate description is required. As one of the most reliable methods for treating breakup processes, the Continuum-Discretized Coupled - Channels (CDCC) method is proposed and applied to analyses of three-body breakup reactions, in which the projectile breaks up into two constituents, such as ^{6,7}Li into d, t and α. Thus, the CDCC method is expected to be indispensable to analyze ^{6,7}Li breakup reactions.

For the CDCC analyses of ^{6,7}Li elastic and inelastic scattering on various targets, Sakuragi et al. (1986) have suggested carefully reproducing the absolute values of a lot of experimental data of cross sections. In spite of their efforts, the CDCC method has not yet confirmed its applicability to the breakup into α-$d(t)$ continuum states, especially to the breakup spectra of ^{6,7}Li. Furthermore, the statistical model, used often in evaluation of nuclear data for medium to heavy nuclei, cannot be applied to the ^{6}Li(n,n') reactions. Therefore, it is highly desirable to show that CDCC is more reliable theoretical calculations for the cross sections of ^{6,7}Li breakup reactions.

In this study, cross sections for ^{6}Li$(n,n')^6$Li$^*\rightarrow d+\alpha$ and ^{7}Li$(n,n')^7$Li$^*\rightarrow t+\alpha$ reactions are evaluated by using the microscopic coupled-channels method, in which we adopt microscopic wave functions of ^{6,7}Li with the $d+\alpha$ and $t+\alpha$ model. We first calculate the elastic cross sections for the n+^{6,7}Li scatterings with the complex Jeukenne-Lejeune-Mahaux effective nucleon-nucleon (JLM) interaction and the optical potential model. In comaprison with the experimental data, we fix the parameters in JLM interaction and optical potentials. In the present analyses, it is found that the elastic cross sections for incident energies between 7.47-24.0 MeV can be reproduced by the present cluster models with one normalization parameters for the imaginary part of the JLM effective interaction. In this energy region, cluster folding model with optical potential can be reproduce with two normalization parameters for the real and imaginary part. Next, we calculate the inelstic scattering cross sections and the neutron sprctra. The calculated inelastic cross sections of the 3^+ ($7/2^-$) resonance states and neutron spectra for ^{6}Li (^{7}Li) breakup into continuum states are shown to be in good agreement with experimental data.

From tose results, we can have the conclusion that the CDCC method with the JLM interaction and optical potential is very powerful for the data evaluation of the ^{6}Li(n,n') and ^{7}Li(n,n') reactions. The advantage of this method is to obtain not only elastic and inelastic cross sections but also neutron spectra within the same framework.

学位論文審査の要旨

主　査	特任教授	加　藤　幾　芳
副　査	教　授	鈴　木　久　男
副　査	教　授	羽　部　朝　男
副　査	教　授	合　川　正　幸
副　査	准教授	平　林　義　治

学位論文題名

Analyses of n+^{6}Li and n+^{7}Li Reactions Using the Continuum Discretized Coupled-Channels Method

(離散化連続結合チャンネル法を用いた n+^{6}Li 及び n+^{7}Li 反応の分析)

近年、原子核反応の断面積評価研究が著しく進展してきている。特に、中性子入射核反応の断面積は、原子力エネルギー分野における重要性から多くの研究が行われてきた。しかし、それらの研究の多くは、いわゆる中重核と言われる質量数が40以上の準位密度が高い原子核で有効な統計模型に基づくものである。質量数が40以下の軽い核においては、統計的扱いが可能になるような高い準位密度が観測されておらず、また個々の準位が個性的な原子核構造を有していることが知られている。従って、そのような軽い原子核の中性子反応断面積の評価研究は、従来の手法が有効ではなく、新たな手法の開発が待たれている状況にある。

本論文は、このような現状にある軽い核の中性子反応断面積の評価研究に対して、軽い核のクラスター構造に注目し、離散化連続チャンネル結合法を用いた新たな研究方法を適用し、その有効性を n+^{6}Li および n+^{7}Li 反応の分析によって示したものである。

著者は、$\alpha+d$, $\alpha+t$ クラスター模型を用いて ^{6}Li, ^{7}Li 原子核の束縛状態、$\alpha-d$, $\alpha-t$ 散乱状態の記述を行った。さらに、連続エネルギー状態である $\alpha-d$, $\alpha-t$ 散乱状態を離散化し、チャンネル結合法を適用して、^{6}Li+n および ^{7}Li+n 散乱を解くことを行った。離散化連続チャンネル結合法を適用して、^{6}Li+核 および ^{7}Li+核反応分析した研究はこれまでにも行われてきたものであるが、核子散乱への適用は初めてである。また、核子と軽い核の散乱については、光学ポテンシャルが整備されておらず、本研究では有効核力の畳み込みポテンシャルを適用し、その有効性を示した。この手法は、実験観測されている弾性散乱断面積を説明するように、中性子-核ポテンシャルの実部、虚部の大きさを与えるパラメーターを決めることによって、他にパラメーターを導入することなく、すべての反応量を予測することになる。本論文では ^{6}Li+n および ^{7}Li+n 非弾性散乱断面積、$^6\mathrm{Li}(n,n')^6\mathrm{Li}^* \to \alpha+d$, $^7\mathrm{Li}(n,n')^7\mathrm{Li}^* \to \alpha+t$ スペクトルを計算予言し、その結果が最近得られた実験観測データとよく一致することを示した。

従って、本論文はこの分野における評価研究の新たな手段を提供するものである。これを要するに、著者は、原子核反応断面積評価研究の分野における研究に対して貢献する

ところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと認める。