

氏名	田中誠二 たなか せいじ
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第540号
学位授与の日付	昭和53年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学第二専攻
学位論文題目	The ${}^9\text{Be}(d, t){}^8\text{Be}$ and ${}^9\text{Be}(d, \alpha){}^7\text{Li}$ Reaction in the Energy Range from 12.17 MeV to 14.43 MeV (入射エネルギー領域 12.17 MeV 乃至 14.43 MeV における ${}^9\text{Be}(d, t){}^8\text{Be}$ 及び ${}^9\text{Be}(d, \alpha){}^7\text{Li}$ 反応)
論文調査委員	(主査) 教授 柳父琢治 教授 小林晨作 教授 武藤二郎

論文内容の要旨

主論文は、 ${}^9\text{Be}$ 核に 12 乃至 14 MeV の重陽子を当て、その結果生ずる種々の核反応の中、(d, t) 反応と (d, α) 反応とを同時に観測し、反応の機構、 ${}^9\text{Be}$ 核の構造、中間状態である ${}^{11}\text{B}$ の構造等を考察したものである。

申請者は自作した ${}^9\text{Be}$ 標的の厚さを 2 種類の方法で検定して、断面積絶対値の誤差を少なくする注意を払い、京都大学サイクロトロンで得られる、12.1 MeV 乃至 14.4 MeV の重陽子を照射し、反応生成粒子のうち、重陽子、トリトン、アルファ粒子を、自作したマルチパラメーターデータ集積回路を用いて、同時に検出した。この 3 種の粒子のうち、重陽子に関係した部分は参考論文 1 に述べられている。主論文においては、両反応の励起関数、低高両端の重陽子エネルギーでの微分断面積の絶対値及び角度依存性等の測定を、(d, t_0) (d, t_1) (d, α_0) (d, α_1) (d, α_2) (d, α_4) の各々の反応につき行なった結果を始めに述べている。これ等の測定結果は、信頼性の高い、新しいデータである。

申請者はさらに実験結果を、歪曲波ボルン近似、ルジャンドル関数展開等の手法及び直接反応、複合核反応の概念を適用して解析した結果、

- (1) (d, t) 反応は主として直接反応の過程で生じている。 ${}^9\text{Be}$ は ${}^8\text{Be}+n$ の構造を持ち、弱く結合した中性子を入射重陽子が拾い上げて逃げさるのが (d, t) 反応の機構である。 ${}^9\text{Be}$ 中の中性子の分光学因子については従来まちまちの報告があるが、申請者の採用した、重陽子の弾性、非弾性散乱、(d, t) 反応の 3 種に最も適合する光学ポテンシャルを求める手法により、分光学因子は 0.29 であると確定出来る。
- (2) (d, α) 反応は、一度中間状態を経由する反応である。しかし励起関数より見て、この中間状態は、寿命の長い複合核ではなく、 $\alpha+\alpha+t$ の形のクラスター集合体であり、全体として巨大共鳴の状態にあると考えられる。即ち、(d, α) 反応は中間状態の核 ${}^{11}\text{B}$ が巨大共鳴で励起されアルファ崩壊を起す現象であると解される。また、 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_4$ の角分布及び励起関数の挙動から、残留核 ${}^7\text{Li}$ の基底状態、第 1、第 2 励起状態は一つのバンドをなして居るが、第 4 励起状態は異なるバンドに属する。

(3) (d, t) 反応と (d, α) 反応とは ${}^9\text{Be}$ のアルファクラスター構造を通じて密接に関係しあっており、弱く結合された中性子を重陽子が捕獲して逃れ去れば (d, t) 反応となり、核内に重陽子が止まって ${}^9\text{Be}$ 内のアルファクラスター 1 箇と、中性子、重陽子とで ${}^7\text{Li}$ 核を作って分裂すれば (d, α) 反応となる。

という結論を得ている。

参考論文 1 は、 ${}^9\text{Be}$ 核による重陽子の弾性、非弾性散乱の報告で、その中で得られた光学ポテンシャルが、主論文のデータ解析の基礎となっている。参考論文 2 内至 11 は、主論文の研究に用いられた実験技術、 ${}^9\text{Be}$ に近接する軽い核の反応と構造の研究を述べている。

論文審査の結果の要旨

申請者の行なった研究は、 ${}^9\text{Be}$ 核に 12.17 MeV 内至 14.43 MeV の重陽子を当て、生成する重陽子、トリトン、アルファ粒子を同時に検出して、弾性散乱、非弾性散乱、(d, t) 反応、(d, α) 反応の 4 種の反応相互間の関係を知ろうとしたもので、発想に新鮮味を認められる。

申請者は参考論文 2 に報告されている、小型計算機を用いたマルチパラメーターのデータ集積装置を開発し、その技術を使って本研究を行った。上記 4 種の反応のうち、弾性散乱、非弾性散乱の研究は、参考論文 1 に記されているが、その主要な結論は、 ${}^9\text{Be}$ の基底状態と第 2 励起状態とは強く結合して居り、この強結合をとり入れた解析で始めて最適の光学ポテンシャルを設定出来ること、 ${}^9\text{Be}$ の変形因子 β_2 は 1.4 の値を持ち、 ${}^9\text{Be}$ は大きく変形しているとされること等である。

(d, t) 反応及び (d, α) 反応の研究において、申請者は入射重陽子のエネルギーを 12.1 MeV より 14.4 MeV まで変え、励起関数、微分断面積の絶対値とその角度依存性を測定している。これ等の測定はこのエネルギー領域では始めてで、測定値はそれ自身新しいデータとしての価値を有して居る。申請者はさらに、このデータに、弾性、非弾性散乱の研究より確定した光学ポテンシャルを適用して解析を行ない、(d, t) 反応は ${}^9\text{Be}$ 中の弱く結合した中性子を、入射重陽子が捕獲する反応で、従って ${}^9\text{Be}$ は ${}^8\text{Be} + n$ というクラスター構造を持ち、ヘリウムを芯とする殻模型は不適當であると結論した。また (d, α) 反応は、その角度分布がほぼ完全な 90° 対称であることを明らかにした後、(d, t) 反応とは異なり、一度中間状態を経由するアルファ崩壊反応であると結論した。しかもこの中間状態は、励起関数の形、残留核 ${}^7\text{Li}$ のバンド構造等を考慮して、パリティが正の巨大共鳴状態であろうと推定し、(d, α) 反応は、巨大共鳴状態に励起された ${}^{11}\text{B}$ 核のアルファ崩壊であると解釈した。また (d, t) 反応と (d, α) 反応とがほぼ等しい断面積を持つことを考慮して、 ${}^9\text{Be}$ のクラスター構造がどちらの反応をも規定して居り、 $\alpha + \alpha + n$ の構造を持つ ${}^9\text{Be}$ に重陽子が当たって、中性子を捕獲して逃げ去れば (d, t) 反応となり、中性子と結合して $\alpha + \alpha + t$ の形となり、 α と t とが ${}^7\text{Li}$ に結合すれば (d, α) 反応となる、と推定している。

以上の実験結果及び結論は、軽い核の構造及び反応機構を理解する上で多くの示唆を与えるものであり、参考論文に示された申請者の研究能力も確実であり、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。