

氏名	安江正治 やす え まさ はる
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第305号
学位授与の日付	昭和49年1月23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	Energy Dependence of the Reaction ${}^9\text{Be}(p, p_1){}^9\text{Be}^*$ (1.67) (${}^9\text{Be}(p, p_1){}^9\text{Be}^*(1.67)$ 反応のエネルギー依存性)
論文調査委員	(主査) 教授 柳父琢治 教授 小林晨作 教授 玉垣良三

論文内容の要旨

申請者は軽い原子核が励起状態にある時の核の構造に興味を抱き、本論文の研究を行なった。厚さ $30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ の ${}^9\text{Be}$ の薄膜を自作しこれに陽子を照射する。3組の検出器を3方向に併置し、非弾性散乱を受けた陽子、 ${}^8\text{Be}$ を残留核とする重陽子、 ${}^6\text{Li}$ を残留核とするアルファ粒子の3種の粒子を弁別して検出し、入射陽子のエネルギーを段階的に変えて、3種の核反応の励起関数を同時に3方向において測定した。本論文に記載する所は、申請者の行なった一連の研究のうち、 ${}^9\text{Be}$ が第一励起準位に遷移する現象についての研究であり、次の実験結果を得ている。その結果は、(1). ${}^9\text{Be}(p, p_1){}^9\text{Be}^*(1.67 \text{ MeV})$ 反応の励起関数は、測定したどの角度においても入射エネルギー 5.1 MeV を中心とする、幅約 300 keV のピークを示し、複合核 ${}^{10}\text{B}$ に 11.2 MeV の励起準位が存在することを示している。(2). p_1 陽子のエネルギースペクトルは連続分布であるが、3体反応の際に予想される分布よりは幅がせまく、終状態相互作用の影響がある。(3). p_1 陽子のスペクトルの形は、また、入射陽子のエネルギーに依存し、上記反応の断面積がピークとなる 5.1 MeV の時急激に変化し、幅のせまい形を示す。

の3点に要約される。この実験結果は申請者によって始めて観測されたものである。

申請者はさらに、この反応は第一段階において複合核 ${}^{10}\text{B}(11.2 \text{ MeV})$ が形成され、第二段階で陽子と ${}^9\text{Be}^*(1.67 \text{ MeV})$ に分解し、第三段階で ${}^9\text{Be}^*(1.67 \text{ MeV})$ が中性子と ${}^8\text{Be}$ (基底状態) とに分解するとの逐次崩壊過程によると仮定し、終状態相互作用の理論と、effective range の理論とを援用して実験結果の解析を行ない、次の結論を得た。要約すると、

(1). 入射陽子のエネルギーが、 5.1 MeV 近傍以外の場合には、生成した p_1 陽子のスペクトルは、中性子・ ${}^8\text{Be}$ 間の相互作用として、s-状態での散乱であると仮定してよく再現される。ただしその際、散乱距離を -20 fm とする必要がある。この値は、低いエネルギーの中性子と、質量数8前後の軽い原子核との間の散乱の距離が、 -5 fm 程度であるに比して、4倍程度大きく、中性子と ${}^8\text{Be}$ との散乱は共鳴状態を経由することを示す。

(2). 入射陽子のエネルギーが 5.1 MeV の時、即ち ${}^9\text{Be}(p, p_1){}^9\text{Be}^*(1.67 \text{ MeV})$ 反応の断面積にピークが現われ、 ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 励起状態が生成される時の p_1 陽子のスペクトルは、中性子・ ${}^8\text{Be}$ 間の終状態相互作用のみでは説明出来ない。解析の結果は散乱距離として、 -30 fm という異常に大きい値を得るが、この数値は逐次崩壊過程の仮定が成立せず、 ${}^{10}\text{B}(11.2 \text{ MeV})$ 状態では、陽子、中性子、 ${}^8\text{Be}$ の3者の間に、 ${}^9\text{B}$ の 2.83 MeV 共鳴準位と、 ${}^9\text{Be}$ の 1.67 MeV 共鳴準位の双方が同時に発現した特殊の構造が存在すると解釈すべきであることを示している。

(3). 以上の解析結果と ${}^9\text{Be}$ の基底状態、励起状態の構造について既知の知識とを総合して、 ${}^{10}\text{B}$ 核の 11.2 MeV 励起状態は ${}^8\text{Be}$ コアに中性子、陽子が弱く結合し、さらに中性子と陽子とが対結合をしている〔2核子 ($2s+1d$) + ${}^8\text{Be}(0^++2^+)$ 〕の構造であると考えられる。

の3点である。

参考論文4編はいずれも本論文の内容と関連する内容で、うち2編は本論文の前駆をなす研究であり、1編は中性子1個と陽子2個よりなる3核子系の結合状態の研究である。残る1編は ${}^{12}\text{C}$ 核が3個のアルファ粒子に崩壊する現象を調べたもので、アルファ粒子相互間の終状態相互作用の検出に力点が置かれている。

論文審査の結果の要旨

軽い原子核では質量数の1だけ異なる相隣る原子核の構造に大きな相異がある。また基底状態と励起状態との間の結合は必ずしも強固でなく、別種の構造をもつことがある。中重核の原子核の性質の側面を表現し得る集団模型、独立粒子模型のいずれもが、軽い原子核には適合し難い場合があり、未解決の問題を多く含んでいる。

申請者は参考論文において陽子2個と中性子1個とよりなる3核子系における一重状態の重陽子の発現の問題を研究し、その着想を延長して、 ${}^{10}\text{B}$ 核の構造、特に 10 MeV 付近の励起状態にある ${}^{10}\text{B}$ の構造を、 ${}^8\text{Be}$ コアに中性子および陽子が結合した3核子系として考察し得るかとの疑問を抱き本研究を行った。

${}^9\text{Be}$ 核に、4.2 MeV 乃至 5.5 MeV のエネルギーの陽子を照射するとき複合核 ${}^{10}\text{B}$ の励起エネルギーは 10.2 MeV 乃至 12.0 MeV である。この間に4種の励起準位が認められ第1は 10.6 MeV、第2は 10.8 MeV、第3は 11.2 MeV、第4は 11.5 MeV の励起エネルギーをそれぞれ有している。このうち、10.6 MeV および 11.2 MeV の準位は申請者によって始めて見出されたものである。本論文の主体は、このうちの 11.2 MeV 励起準位の研究である。

${}^9\text{Be}(p, p_1){}^9\text{Be}^*(1.67 \text{ MeV})$ 反応において、残留核である ${}^9\text{Be}^*$ は元来不安定で直ちに中性子と ${}^8\text{Be}$ とに分解する。従って、 p_1 陽子と、中性子と、 ${}^8\text{Be}$ との3個の粒子が相互に作用する空間内に存在する時がある。その影響が、 p_1 陽子のエネルギースペクトルに現われ、(1). スペクトルは連続分布で、その形は ${}^9\text{Be}^*$ の寿命の長短で異なる。(2). スペクトルは中性子と ${}^8\text{Be}$ との間の相互作用(終状態相互作用)に依存する。(3). 断面積が ${}^9\text{Be}$ の基底状態、即ち反応開始前の状態と ${}^9\text{Be}^*$ との近縁の度合、換言すれば結合の強さに依存する。(4). スペクトルの幅は陽子と ${}^9\text{Be}^*$ との結合の強さ、即ち ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 励起準位の構造を反映する。

申請者は終状態相互作用の理論と *effective range theory* を援用して実験データを解析し、(1). ${}^9\text{Be}$ の基底状態と 1.67 MeV 励起状態との間の遷移確率は、入射陽子のエネルギー 5.1 MeV の時最大で、 ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 準位が確実に存在する。(2). p_1 陽子のスペクトルを再現し得る中性子・ ${}^8\text{Be}$ 間の散乱距離は、 ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 準位の所で -30 fm という異常に大きな値となる。その他の場合には -20 fm で一定している。これより ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 準位は、陽子と ${}^8\text{Be}$ とが ${}^9\text{B}$ の 2.83 MeV 準位、中性子と ${}^8\text{Be}$ が ${}^9\text{Be}$ の 1.67 MeV 準位を同時に形成し、両者が重り合った構造を持つ。(3). 以上により、 ${}^{10}\text{B}$ の 11.2 MeV 励起準位は ${}^8\text{Be}$ コアに中性子、陽子が弱く結合し、さらに中性子と陽子とが対をなして結合している、 ${}^8\text{Be}(0^++2^+)+2$ 核子($2s+1d$) の構造を持つと推定される。との結論を得ている。

以上本論文に記載する実験および解析は、ただ一つの原子核のただ一つの準位について行なったものであるが、研究の着想および解釈は、新しい分野を樹立するに足るもので、同種の原子核、即ちコア核に中性子・陽子が結合して 3 粒子系を形成する構造を持つ原子核の研究に広く通用するものであり、今後の発展が期待される。本論文および参考論文で示された申請者の研究能力、発想の豊かさは申請者が自立した研究者であることを示して居る。

よって、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。