

| | |
|---------|--|
| 氏 名 | 村 上 哲 也 むら かみ てつ や |
| 学位の種類 | 理 学 博 士 |
| 学位記番号 | 理 博 第 785 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 58 年 3 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 | Detailed Study of the $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ Reaction Mechanism ($^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応機構の詳細研究) |

論文調査委員 (主 査) 教 授 小 林 晨 作 教 授 三 宅 弘 三 教 授 玉 垣 良 三

論 文 内 容 の 要 旨

$^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 系の高スピン分子的共鳴状態が重クラスターの直接移行反応によって励起出来る可能性が示唆されて以来、これに関係する研究が精力的に行われて来た。入射エネルギー 145 MeV での $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応よりの α スペクトルは複合核過程から来るとされる大きな連続的バックグラウンドの上に、いくつかの顕著な構造を示した。これらの構造の位置が $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, X)$ 反応の励起関数に見られるものと相関があること、角分布は、反応機構が ^{12}C 移行過程であることを示唆する強い前方ピークをもつこと、同じような構造が $^{18}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応では見られないこと等、分子的共鳴状態が $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応の終状態として作られている可能性が強いと考えられた。もしそうなら、分子的共鳴状態のうち特定スピンのものを、重イオン核反応の一つの特徴である運動学的整合条件を積極的に利用して、選択的に励起出来、分子的共鳴状態の研究を大いに発展させることが出来よう。そこで申請者はこの現象をさらに追求するために、三種類の実験を行った。まず第一に $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha, ^{12}\text{C})^{12}\text{C}$ の粒子相関を入射エネルギー 145 MeV で測定した。これにより $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応の α スペクトルにみられる構造が分子的共鳴状態であるならば、この構造のかなりの部分が $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ に分裂していることがわかるはずである。結果は、(1)同時計測 $\alpha-^{12}\text{C}$ の持つ断面積が非常に小さいこと、(2)同時計測 α 粒子のスペクトルには同時計測をしないときに見られたような構造がみられないことを示した。これから得られる結論はシングル α スペクトルに見られた構造は分子的共鳴状態に起因しないか、或いは $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ に分裂する分岐比が予想されている値に比して著しく小さいということである。しかし収量の少ない粒子相関の実験だけでは、統計的精度をあげて明確な結論を得ることはむづかしいので、入射エネルギーを系統的に変えることによりシングル α スペクトルの構造を調べた。その結果入射粒子のエネルギーをかえるに従って、構造の位置が、終状態の ^{24}Mg の励起エネルギーで考えた場合、連続的に動くことがわかった。簡単な運動学的考察から、構造が ^{24}Mg の励起状態或はより特殊的に分子的共鳴状態ではなくむしろ放出粒子 ^{16}O 、および ^{16}O が標的核から α をピック・アップして出来る ^{20}Ne の α 崩壊によって生ずることがわかった。同じような構造が $^{18}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応

では殆どみられないという事実と考え合わせて放出粒子 ^{20}Ne の崩壊過程がより大きな役目を果たしている
と推測される。この推論は申請者等の第3の実験、 $^{16}\text{O}(^{12}\text{C}, ^8\text{Be})^{20}\text{Ne}$ 反応の測定結果と他グループの
 $^{16}\text{O}(^{13}\text{C}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ 反応データと比較することによって支持された。このように三つの実験を行うことによ
って従来分子的共鳴状態と関係すると思われていた α スペクトルの構造が実は入射粒子が標的核から α
をピック・アップしてその後 α 崩壊する過程に由来することが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

^{12}C 核と ^{12}C 核が接近したとき、ある特殊な条件の下で、小さい確率であるがそれぞれの核が融合す
ることなく、その個性を失わないで分子的共鳴状態とよばれる複合核 ^{24}Mg の特別な励起状態を形成す
ることが古くから知られている。この分子的共鳴状態が高スピンをもつときどうなるかは大変興味ある問
題である。この状態にアプローチするために ^{12}C 標的に高エネルギー ^{12}C イオンを衝突させる方法以外
に ^{12}C 以外の重イオンを衝突させるときにおこる ^{12}C 移行反応から終状態として分子的共鳴状態が得ら
れる可能性が指摘され、その方向への努力が払われてきた。そして最近 ^{12}C 標的に ^{16}O イオンを衝突さ
せ放出される α 粒子のエネルギーを測定したところ α -スペクトルに顕著な構造が見出され、これらが分
子的共鳴状態に由来すると主張する報告があらわれた。申請者はこの現象に興味をもちこの α スペクトル
における構造の起因を三つの実験を行うことにより詳細に調べた。第一は放出される α 粒子と ^{12}C の同
時計数の実験である。 α スペクトルの構造が分子的共鳴に関係しているならば一定の割合で再び $^{12}\text{C}+$
 ^{12}C に崩壊するはずであり、 $^{12}\text{C}-\alpha$ の同時計数のスペクトルに反映すべきである。実験の方法は検出角
度を他の競争過程を抑えて $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ 崩壊に有利なように設定し、検出系も、分析電磁石とテレスコープ
検出器によりバックグラウンドを極小化している。しかし結果は否定的であった。しかも上記の努力にも
かかわらず $^{12}\text{C}+\alpha$ の同時計数率が絶対的に小さく、この実験だけではさらに統計精度をあげて確定的な
結論を出すには困難であった。そこで申請者は、第二の実験として ^{16}O の入射エネルギーを系統的に変
えて、スペクトルの構造が運動学的にどのように振舞うかを調査した。その結果これらの構造を ^{24}Mg
の励起状態としてみると、入射エネルギーとともに動いて行き到底 ^{24}Mg の励起状態とは考えられな
いことが判明した。これが申請者らの発表論文である。かくして分子的共鳴状態としての仮説は明確に否
定された。ではこの構造は何なのであろうか？ この構造を形成する α -線は入射粒子 ^{16}O が標的核に
よって励起された α -粒子を放出するのか、又は入射粒子が標的核から α 粒子を拾いあげ $^{20}\text{Ne}^*$ となり α
崩壊するのかのいずれかであろうと推論される。第一の可能性は標的核を ^{13}C にかえたとき構造がみら
れないことからその可能性は少ないと考えられる。そこで申請者は第三の実験として $^{16}\text{O}(^{12}\text{C}, ^8\text{Be})^{20}\text{Ne}^*$
の測定を企てた。ここに重心系のエネルギーは ^{16}O 入射のときと同じに設定されている。この結果を他
グループの実験 $^{16}\text{O}(^{13}\text{C}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ と比較し、前者では実際に ^{20}Ne の励起状態が高い確率で生成され
ること、そしてある準位からの α の崩壊がスペクトルの主な構造を説明することを示したのである。申請
者によって $^{12}\text{C}(^{16}\text{O}, \alpha)$ 反応で分子的共鳴状態が少なくとも容易に検出出来るような確率で生成される
ことはないことが決定的となり α -スペクトルにあらわれる構造の原因も、 ^{20}Ne の励起状態が介在すると
すれば説明出来ることが実験的に示された。このように申請者は三つの実験を行うことにより、高スピン

分子的共鳴状態の研究の国際的現状に対して本質的に重要な寄与をなしたといえる。又参考論文を併せ考える時、申請者が重イオン核反応に対して高い見識をもち、且つ実験家として優れた能力をもつことが明らかである。かくして本申請論文は理学博士の学位に値すると考えられる。