

氏名	高井通勝 <small>たか い みち おつ</small>
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第455号
学位授与の日付	昭和52年5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	$^{12}\text{C}(\text{d}, \text{p})^{13}\text{C}$ 反応に於ける2段階過程

論文調査委員 (主査) 教授 小林 晨作 教授 武藤 二郎 教授 玉垣 良三

論文内容の要旨

種々の型の核反応の中で、特に (d, p) 反応はターゲット核に1個の中性子を移行する簡単な反応として、核の構造を調べる際に有用であることが知られている。即ち (d, p) 反応で放出される陽子の前方の角分布の形から中性子が反応で残された核に、どのような軌道角運動量を持ちこんだかがわかり、又収量は少ないが後方の角分布を調べることから中性子のもちこんだ全角運動量がわかる。このことから、ターゲット核のスピン・パリティが知られていれば終りの状態のスピン・パリティが求まる。又断面積の絶対値から、終りの核の状態が、ターゲット核+中性子という成分をどれほど含んでいるか、即ち分光学的因子を知ることが出来る。このようにして (d, p) 反応は核分光学の最も有用な反応として使われて来た。しかしながら研究が進むにつれて、このような有用性は反応の機構が重陽子がこわれて中性子がターゲットにつき、陽子が出てくるという1段階の場合に限られるのではないかと考えられるにいたった。そこで申請者はむしろ積極的に2段階過程の入ってくる場合の (d, p) 反応を調べることを企てた。そして特に1段階過程と2段階過程の共存する可能性のある場合に重点をおいた。この場合こそ、簡単に1段階過程のみと仮定しての一次のDWBA (歪曲波ボルン近似) の適用が、誤った核分光学的情報にみちびくからである。このような観点から $^{12}\text{C}(\text{d}, \text{p})^{13}\text{C}$ 反応が選ばれ研究された。その際特に終りの核 ^{13}C で 6.864 MeV にある $5/2^+$ 状態と 7.677 MeV にある $3/2^+$ 状態に導くものに特別の注意が払われた。これらの状態は ^{12}C による中性子の散乱で詳しく研究されており、 $^{12}\text{C}(4.44 \text{ MeV}; 2^+) \otimes s 1/2$ の成分を多く含み、又夫々 $^{12}\text{C}^*(0; 0^+) \otimes d 5/2$ と $^{12}\text{C}(0; 0^+) \otimes d 3/2$ の成分をもつことが知られているからである。前者の成分へは一つの中性子の移行反応に加えて、core になる ^{12}C 核を反応の前又は後で夫々の重陽子又は陽子が励起状態 $|4.44 \text{ MeV}; 2^+\rangle$ に移さねばならないからである。 $^{12}\text{C}(0; 0^+) \otimes$ と結合した成分は一段の中性子移行ストリップング反応でつくることが出来る。即ち前述した1段階過程と2段階過程の共存がここにある。実験は、京大タンデム・バンデグラーフからの9 MeV 重陽子ビームを用いて行われた。目的とする状態が所謂非束縛状態 (有限の寿命で中性子

を再放出する)であるため特に低いバックグラウンドで行わねばならないこと、又それらの状態が他の状態にエネルギー的に接近しているため高分解能を必要とすることから、広帯域の磁気分析器が用いられた。特に申請者はこの広帯域分析器の焦点面におく位置検出器として位置情報を出す比例計数管を開発した。これは高抵抗の芯線を用い個々のパルスに対して芯線からの信号をケースからの信号で割算することにより位置情報をうるもので比例計数管の分解能と独立になっている方式である。原理的には既に外国で開発されたものと似ているが取出し方式は遙かに簡便で使いやすいものである。実験結果は二次のDWBAの計算と比較されている。その後 ^{12}C +中性子系で実験をよく再現する coupled channel form factor が用いられた。実験結果との一致は良い。ターゲット核の励起状態を含む状態にみちびく ^{12}C (d, p) ^{13}C 反応では、2段階過程がむしろ支配的で一段階過程のみを仮定した計算は誤った結論にみちびくことを定量的に示している。

論文審査の結果の要旨

(d, p) 反応は、重陽子が標的核に入射して陽子と中性子にわかれ、中性子が標的核に吸収されて陽子が放出されるという簡単な反応機構の故に核分光學に於いて種々の核反応の中で特異な位置を占めて来た。特に反応後に生成される核について信頼出来る分光學的情報を与えるものとして核分光學において多くの研究で用いられて来た。この有用性はその核反応機構についてのあいまいさの少ない点に基づいていたが、研究が進むにつれて、最近ではこの有用性は (d, p) 反応が1段階で進む時に限られるのではないかと考えられるにいたった。そこで申請者は2段階過程が確実に含まれると考えられる (d, p) 反応に注目し、特に1段階過程と2段階過程の共存する反応に重点をおいている。この場合こそ、核反応が従来通り1段階でおこると仮定した一次のDWBAによる解析が誤った核分光學的情報を与えるからである。というのは、1段階過程が許されると角分布は前方ピークを示し、典型的な (d, p) 反応のものに似てくる、一方2段階過程の角分布は、比較的なだらかであるため、角分布だけからはその寄与を区別しにくいのである。申請者が選んだ ^{12}C (d, p) ^{13}C 反応の中で、生成核 ^{13}C における6.864 MeVにある $5/2+$ 状態、7.677 MeVにある $3/2+$ 状態にみちびくものはそれらが有限の寿命をもった所謂非束縛状態である故に、 ^{12}C で中性子を散乱させる時、共鳴状態として観測される。そしてこれらの共鳴状態は、実験と理論の両側面から詳しく調べられており、その状態の波動関数は判っているといつてよい。したがって申請者の選定した反応は合目的である。又実験的には、このような非束縛状態は低バックグラウンド、高分解能で研究されねばならないことから、広帯域磁気分析器を用いたが焦点面位置検出器としての高抵抗芯線を用いた比例計数管の開発は高く評価してよい。従来のものに較べ原理的には異ならないが、位置信号の取出し方式がはるかに簡便でそれ故安定で使い易い、又複数の芯線を用いることにより高立体角化にも成功し研究能率を1段と向上した。実験結果は2次DWBA計算と比較されているが、その際非束縛状態用に開発された最新の収束のよい計算法をうまく取入れている。又 form factor として中性子+ ^{12}C 系で実験をよく再現出来た coupled channel 計算のものを使用している。実験結果との一致はかなりよい。申請者が指摘しているように勿論 ^{12}C +d系のような非弾性チャンネルと強い結合をもつ系に対してDWBAは必ずしもよい近似とはいえないので、これ以上の一致を得るた

めには、C C B Aのようなより正確な解析が必要とされるのである。これはむしろ理論家に残された仕事と考えるべきである。実験家としては現象の本質をとらえているという意味で、十分な解析といってよい。この研究の結果非弾性過程が重要であるような系の (d, p) 反応においては、2段階過程を考慮することが極めて重要であり、前方ピークの典型的角分布から、1段階過程のみを仮定した解析は誤った分光学的情報を与えることが明らかになった。以上のことから、参考論文と併せ考えて、申請者が核反応機構研究の分野で広い学識と高い能力をもつことが示されている。

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。