

氏 名	泉 本 利 章 いず もと とし あき
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 341 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 11 月 25 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	Occupation Number Dependence of Interference in Two-Neutron Transfer Reactions (二中性子移行反応における干渉の占有粒子数依存性)

論文調査委員 (主 査)
教 授 玉 垣 良 三 教 授 小 林 晨 作 教 授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

問題にしている原子核反応は、入射粒子を陽子とし放出粒子が ^3H となる(p,t)反応である。これは、核内の二中性子の移行をとまなうので、標的核内の核子間相関を調べる上で有用な核分光学的手段であり、実験・理論両面から研究が盛んである。通常核反応の記述としては、歪曲波ボルン近似(DWBAと略称される)が良いとされてきた。しかし、ここで研究対象とする中重核領域の原子核では、振動や回転の集団運動の要因である四重極粒子-空孔相関が支配的である。このため、このらを標的核とする(p,t)反応では、DWBAによって実験データを再現することはできなかった。特に、第1励起 2^+ 状態への遷移についてその矛盾は大きかった。

主論文では、核子数が100~140で、中性子数が50~82をもつ、いわゆる振動領域にある原子核(中性子、陽子数はともに偶数)の二中性子移行反応をとりあげ、基底状態及び第1励起 2^+ 状態への遷移について理論的検討を行っている。問題を取扱う視点として、一段階励起メカニズムを仮定するDWBAではなくて、二核子移行と振動モードを含む多段階励起メカニズムを取り入れるチャンネル結合法(CCBAと略称される)の観点にたって考察している。直接過程と多段階過程間の干渉の性質を決定する標的核の核構造的要因から、第1励起 2^+ 状態への二中性子移行反応の微分断面積が、標的核の中性子数に依存して変化していく様相を導き出している。

具体的には、相互作用として、角運動量が0と2の対相関相互作用と四重極粒子-空孔相互作用をとるモデルを設定し、二核子移行反応における上述の干渉を決定する形状因子の核構造論的特徴を調べることを重点がおかれている。まず、原子核の基底状態を角運動量対相関のBCS状態とし、第1励起 2^+ 状態を2準粒子状態として、(p,t)反応及びE2遷移の行列要素の系統性を調べた。同時に、BCS近似により破られた粒子数保存則を射影法により回復させ、その影響は小さいことを示した。しかし、この扱いでは、(p,t)反応に特有な粒子数依存性を導くことはできなかった。そこで、いわゆる乱雑位相近似(RPA)法により、基底状態相関による核の柔らかさの効果を取り入れて検討した。この際重要な点は、遷移行行列に

現れる縦の遷移(四重極振動励起)と横の遷移(二核子移行)の行列要素を、干渉の性質を左右する phase の関係に注意して、統一的に取り扱うことである。申請者はこのような考察の結果、四重極粒子-空孔相互作用の役割として、基底状態と第1励起 2^+ 状態間の2核子移行の行列要素に対する基底状態相関の効果が振動励起に対する効果と符号を異にすることから、標的核の中性子数の変化に伴って (p,t) 反応の振幅が大きく変化することを導いている。

上述の中性子数依存性は、中性子数が50に近い major shell の初めで小さく、82に近い major shell の終りで大きい (p,t) 反応の確率を与える。主論文の理論展開は、中性子数依存性に着目した関係から陽子数が50の閉殻 (Sn) に固定した場合であるが、申請者は得られた理論的帰結が $N=52\sim 80$ の領域の実験データのある他の同位元素 (Ru, Pd, Cd, Te, Ba) に関して適用しうることについて考察を行っている。これらの同位元素核の (p,t) の基底状態に対する第1励起 2^+ 状態への断面積の比をとるとき、中性子数が大きくなると共に増大する傾向は、この理論による理解が可能であることを示唆している。

参考論文1及び2は、夫々 $^{142}_{60}\text{Nd}_{82}$ (p,t) $^{140}_{60}\text{Nd}_{80}$ 及び $^{118}_{50}\text{Sn}_{68}$ (p,t) $^{116}_{50}\text{Sn}_{66}$, $^{116}_{48}\text{Cd}_{68}$ (p,t) $^{114}_{48}\text{Cd}_{66}$ の反応を、CCBA を用いて解析したものである。これらは、主論文に先行して行なわれた共同研究で、主論文の発想の契機を与えた代表的解析例である。また参考論文2は、同じ中性子数をもつが、陽子数がちがひ、核の柔らかさの異なる ^{118}Sn , ^{116}Cd を標的核とする反応で、微分断面積の様相の異なる点を解析したもので、主論文と関係が深いものである。

論文審査の結果の要旨

原子核における二核子移行反応は、原子核内における核子間相関の性質を明らかにする上で有効な研究課題である。申請者が研究対象として選んだのは、中重核領域における二中性子移行反応であり、解析の対象としたのは中重核の (p,t) 反応における基底状態と第1励起 2^+ 状態への遷移である。中重核領域においては、二核子移行反応過程において、原子核の振動や回転を引き起こす四重極集団運動励起が強く関与してくる。従って、二核子移行反応の解析で通常用いられる歪曲波ボルン近似 (DWBA と略称する) で解析した結果は、実験の特徴を再現することが出来ない。申請者は、二核子の直接的遷移と四重極励起の過程が共に起こることを考慮したチャンネル結合法 (CCBA と略称される) による解析がよい結果を与える点に着目した。特に、DWBA からの変化は、shell の終りで反応断面積を大きくし、shell のはじまりで小さくする傾向に着目し、上記の両過程の干渉に寄与する核構造的要素の多体論的考察を行ない、中性子数が50~82の振動領域核での二中性子移行反応の粒子数依存性の特徴を理論的に明らかにしている。

核構造のモデルとしては、角運動量が0と2の対相関相互作用と四重極粒子-空孔相互作用を有効相互作用とし、基底状態相関の効果を乱雑位相近似 (RPA) 法で取り入れるという枠組を設定する。ここで特に問題としている第1励起 2^+ 状態への遷移確率の粒子数変化を支配する構造的要素は、標的核の基底状態から残留核の第1励起 2^+ 状態間の遷移を表わす形状因子として記述されるが、基底状態相関の効果は直接的遷移の振幅に対して逆符号で且つ粒子数と共に変化が激しい形で入ってくることが見出された。その結果、(p,t) 反応では直接的過程と四重極励起をともなった間接的過程との干渉は、major shell の

はじめ ($N=50$ 近傍) で打ち消し合う傾向にあり、中性子数が増加して major shell の終り ($N=82$) に近づくにつれて振幅を増す傾向をもたらすことが導かれた。これは、二中性子移行反応の定性的傾向に理論的根拠を与えたものと言うことができる。

更に、相互作用の各項の効果の分析の中から、角運動量が 2 の対相関相互作用は二核子移行反応確率を大きくするが、中性子数に対しての変化は極めてゆるやかな結果しか与えず、実験が要求している質量依存性をもたらすことが出来ないことを示している。これは、通常上記の対相関が二核子移行反応で重要であるといわれているが、粒子数変化を与える主要な原因は四重極相互作用であることを明らかにしたので重要である。

以上のような分析の上、 $N=52\sim 80$ の領域にある原子核での (p, t) 反応の基底状態遷移と第 1 励起 2^+ の遷移の比を現存するデータについてとり、その傾向が主論文の理論的帰結と照応することを示しており、定性的ではあるが、広い範囲の (p, t) の反応の理解に有効である。

ここで得られた結論は振動領域で得られたものであるが、原子核の個別的性質によらないので、同様な論旨は、変形核領域において、また (p, t) 反応の逆 (t, p) 反応でも展開し得るものである。この意味で、論文は、核内の粒子-空孔相関と粒子-粒子相関が二核子移行反応で果す役割を明らかにしたものである。より高い励起状態への遷移反応へ適用した際の有効性も興味もたれるが、今後の課題であろう。

参考論文 1 及び 2 は、代表的な (p, t) 反応の具体例について CCBA による解析と DWBA によるものと比較であり、主論文とあわせてこの領域の二核子移行反応の解明に役立っている。

以上要約するならば、申請論文は中重核の二核子移行反応の特徴を構造と反応の両面から明らかにしたものであり、この分野の研究の進展に寄与するところが大きい。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。