

氏名	竹内末広
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第497号
学位授与の日付	昭和53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	$^{82}\text{Se}+p$ 系のアイソバリック・アナログ共鳴

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

アイソバリック・アナログ共鳴 (IAR) は中重核以上の重い核の構造を知る上での有効な核分光学手段として知られている。本研究は、従来主として行われていた閉殻附近の核と異り閉殻よりはなれた核に対してこの種の研究を拡げることを目的とした。申請者は ^{82}Se を標的核にえらび陽子散乱の測定を行い IAR を観測し親核 ^{83}Se の低位状態と ^{82}Se の基底状態 (0_1^+) 第1励起状態 (0.655MeV , 2_1^+) 間の核構造上の関係、いかえれば ^{83}Se の低位励起状態における ^{82}Se の 0_1^+ 及び 2_1^+ 状態の単一中性子との結合状態を調べた。実験では、京大タンデム・バンデグラフよりの陽子ビームのエネルギーを 4.5MeV より 7.7MeV まで変えて ^{82}Se からの微分断面積を4つの角度 (70° , 90° , 120° 及び 150°) で測定し、 0_1^+ 及び 2_1^+ 状態への励起関数を求めた。また 2_1^+ 状態を励起する陽子非弾性散乱については、上記の励起関数にみられた11本の IAR のうち、8本の顕著な IAR ピークでの散乱断面積の角分布、さらに非弾性散乱陽子と $2_1^+ \rightarrow 0_1^+$ 崩壊時に放出される γ 線とを同時計測することによって得られるスピンの反転確率、散乱平面内 (p' , γ) 角相関関数を測定した。解析では Breit-Wigner 共鳴公式を用いて、上記の諸測定データを再現する共鳴パラメタを求めた。その際弾性散乱の場合は光学ポテンシャル散乱の寄与を、非弾性散乱の場合は、歪曲波ボルン近似 (DWBA) によって計算される直接反応の寄与を考慮した。得られた共鳴パラメタは IAR のスピン・パリティ、共鳴エネルギー、共鳴の全巾、崩壊巾および共鳴位相である。そして各 IAR に対応する親の状態の波動関数中に単一中性子が標的核の 0_1^+ 状態、 2_1^+ 状態と弱く結合した配位がどれだけの強さで存在するかを示す分光学的因子が求められた。さらに得られた分光学的因子を基に ^{83}Se の低位状態における単一中性子と ^{82}Se (0_1^+), ^{82}Se (2_1^+) との結合様式について検討を行った。以上の検討結果から、次の三つの IAR において p_1 チャンネルに強い崩壊が見出された。 5.131MeV ($\frac{1}{2}^+$) IAR からの $d_{\frac{5}{2}}$ 部分波崩壊、 5.177MeV ($\frac{5}{2}^+$) IAR からの $s_{\frac{1}{2}}$ 部分波崩壊、 5.705MeV ($\frac{5}{2}^+$) IAR からの $d_{\frac{3}{2}}$ 部分波崩壊である。これらの崩壊は単純な弱結合モデルでは説明困難であり、粒子一振動結合の可能性が指摘されている。特に 5.131MeV , 5.717MeV の IAR に

つについては、終状態 (2_1^+) を粒子—空孔状態に残す非弾性陽子崩壊を定量的に考察している。その結果これらの親状態 [$0.59 \text{ MeV } (1/2^+)$ $0.64 \text{ MeV } (5/2^+)$] は主成分としてそれぞれ [$n(s1/2)$, $n(d5/2)^2$] $1/2^+$, [$n(d5/2)$, $n(s1/2)^2$] $5/2^+$ をもつこと。標的核の 2_1^+ 状態には、 [$n(s1/2)$, $n(d5/2)$] 2^+ 成分がかなり含まれていることが判った。5.075 MeV IAR については上記の結果から類推すると親の状態 ($1.16 \text{ MeV } (5/2^+)$) には [$n(s1/2)$, $n(d5/2)d3/2$] $5/2^+$ 成分が相当含まれていると推察している。以上の解析はごく限られた準位に対して行われているが、 $^{82}\text{Se}+n$ 系の $1g9/2$, $2d5/2$, $3s1/2$, $2d3/2$ 軌道は部分的に占有されていること、かつ ^{82}Se の低い励起状態 (2_1^+ , 0_2^+ , 2_2^+ , 4_1^+) 自身もこれらの軌道の中性子の 1 粒子—空孔、2 粒子—2 空孔状態であることから一般に $^{82}\text{Se}+n$ 系の低い励起状態では単一中性子 n と ^{82}Se の励起状態との結合は強いものと結論している。

論文審査の結果の要旨

アイソバリック・アナログ状態 (IAS) は1963年に (p, n) 反応において発見され、ついで1964年に陽子弾性散乱において共鳴の形で観測された。後者はアイソバリック・アナログ共鳴 (IAR) とよばれ、中重核以上の重い核の構造を調べるのに有効な核分光学的手段として数多くの研究者によって追求されて来た。というのは、標的核として Z 個の陽子と N 個の中性子よりなる核を考えると ($Z+1$, N) 系の陽子非束縛状態中に観測される IAR を経由する陽子弾性散乱は (α , ρ) 反応と同様に (Z , $N+1$) 系の低位束縛状態に関して、標的核 (Z , N) の基底状態に 1 個の中性子が結合した成分の存在確率を測定出来るからである。又 IAR を経由する陽子非弾性散乱は (Z , $N+1$) 系の状態に関して標的核の励起状態に 1 個の中性子が結合した成分を決定できるからである。この標的核の励起の寄与は、(d, p) 反応では高次の効果としてしか観測されないから、陽子非弾性散乱による IAR の研究は特に重要である。

さてこれまでの研究は主として堅い原子核 (陽子又は中性子の閉殻または二重の閉殻近傍の原子核) に集中しており柔い原子核に関するものは少ない。標的核芯励起の寄与を直接的に調べられる利点は、むしろ柔い原子核を標的としてこそ価値があるものと考えられる。これが申請者が標的核として ^{82}Se を選んだ一つの理由である。そこで ^{83}Se のパリティの低位準位 ($0.5\sim 3.0 \text{ MeV}$) の構造に関して ^{82}Se の基底状態と 2_1^+ 状態を芯とする成分を調べることを目的として陽子弾性散乱と標的核を $0.655 \text{ MeV } 2_1^+$ 状態に励起する非弾性散乱の実験が行われた。基底状態を芯とする成分については $^{82}\text{Se} (\alpha, \rho)$ $^{83}\text{Se}^*$ の既存の研究と比較することに重点があり、本研究の主目的は 2_1^+ 準位を芯とする成分の研究にある。ここで中性子の軌道としては $1g9/2$, $2d5/2$, $3s1/2$, $2d3/2$ が考慮にいれている。この研究の問題点として二つのことが考えられる。第一は、IAR 状態から非弾性散乱チャンネルに崩壊するとき放出される陽子は複数の部分波をもつ。そのため非弾性散乱陽子の角分布はこれらの部分波の重ね合せとして観測される。第二点として IAR 以外の反応による影響である。IAR のピークの下にある滑らかなバックグラウンドとそれらの干渉である。この干渉は、共鳴ピーク上の角分布に著しい影響をもつ。バックグラウンドを形成する反応機構としては直接反応、複合核反応があり、直接反応に対しては干渉が、複合核反応に対しては反応断面積の増大が問題となる。このような問題を克服して IAR か

ら、全ての部分波の崩壊巾を引き出すためには、非弾性散乱陽子の断面積の測定だけでは不十分である。このため申請者は (p', r) 角相関の測定を面内と面外において行い、あいまいさを減少した。又 ^{82}Se を標的核とえらんだことにより $^{82}\text{Se}(p, n)$ 反応の threshold が低いこと複合核反応のこのチャンネルへの寄与が無視出来るほど押えられている。非弾性チャンネルに対して DWBA で与えられる直接反応のコヒーレントな寄与を加えた Breit-Wigner 共鳴公式による解析の実験との一致は極めてよい。このようにして得られた IAR のスピン・パリティ、共鳴エネルギー、共鳴の全巾、弾性チャンネルへの崩壊巾とその共鳴位相、及び非弾性散乱チャンネルへの部分崩壊巾及びその共鳴位相の信頼度は高いと考えられる。又単一粒子巾を計算し、上記の崩壊巾とから、分光学的因子を求めている。これらの知見から、 $^{82}\text{Se} + n$ 系の低位準位の構造を論じ、単一中性子と芯の励起状態との結合がかなり強いことを結論している。以上を要するに面密な実験と解析から得られた実験的知見の信頼度は十分に高く、且つ従来あまり調べられていなかった所謂柔い核へ IAR を使って研究を進めた点で本論文は高く評価出来る。又参考論文とともに申請者のこの領域での優れた学識と高い研究能力を示すものである。

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。