

氏名	小川英己 おがわ ひで み
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第 956 号
学位授与の日付	昭和 61 年 3 月 24 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	変形核に対する光学ポテンシャルの多重極モーメント

(主査)
論文調査委員 教授 小林 晨作 教授 玉垣 良三 教授 政池 明

論文内容の要旨

65 MeV 偏極陽子の ^{178}Hf , ^{180}Hf , ^{182}W 及び ^{184}W の基底状態回転バンドの 6^+ までの励起状態からの弾性非弾性散乱の微分断面積と偏極分解能が阪大核物理研究センター（全国共同利用）において測定された。実験結果は標的核が軸対称な回転体であると仮定して、チャンネル結合法で解析された。

その際、光学ポテンシャルの実中心力部分、体積型虚数部分、表面型虚数部分及びスピン軌道部分の変形パラメータの間には何の制限もつけず、すべてのパラメータが自由に探索された。その結果、いずれの標的核においても 6^+ 励起状態までの実験結果は非常によく再現されることが出来た。

この解析で得られた光学ポテンシャルの実中心力部分、虚数部分及びスピン軌道部分の Q_2 モーメントの値は、標的核の質量数の増加とともに減少し、又 Q_4 モーメントの値も標的核の質量数の増加とともに負の大きな値へと変化していくことがわかった。これらの傾向はこれらの実験、理論の両面からの研究で調べられた $A=152\sim 190$ 領域の核の Y_{20} 変形や Y_{40} 変形の示す傾向とよく一致する。光学ポテンシャルの各項の多重極モーメントに注目すると、実中心力部分の Q_2 モーメントは、クーロン励起で得られた電荷分布の Q_2 モーメントに較べてどの核においても $6\sim 9\%$ 大きな値を示す。一方スピン軌道部分の Q_2 モーメントの値は、誤差の範囲内で電荷分布の値に一致する。これらは定性的には実中心力部分とスピン軌道部分の核子有効相互作用の密度依存性の差で説明出来る。虚数部分の Q_2 モーメントの値は、どの核においても実中心力部分の値より小さく、電荷分布の値とあまり差がない。この結果は虚数部分の Q_2 モーメントの値が 65 MeV 領域では表面型虚数部分が存在するために、物質分布の値よりかなり大きくなるという微視的光学ポテンシャルの理論での予想とは一致しない。 Q_4 モーメントについては、どの核においても実中心力部分の値がスピン軌道部分の値よりも絶対値で少し大きくなる。この傾向も Q_2 モーメントの場合と同様に、定性的には両者の核子-核子有効相互作用の密度依存性の差で説明出来る。密度依存性をとり入れた現実的な核子-核子有効相互作用を使った folding 模型計算を行い、実中心力部分と虚数部分の folded ポテンシャルを導出した。この計算では、核内の陽子と中性子の物質分布が等しい

と仮定し、その値はチャンネル結合解析で得たスピン軌道部分の多重極モーメントの値に等しくした。得られた folded ポテンシャルの Q_2 モーメントの値は、もとの物質分布の値よりも1%程度増加するが、チャンネル結合解析の結果を十分に再現することができなかった。一方 Q_4 モーメントに関してはチャンネル結合解析で得た実中心力部分の値をある程度再現できた。虚数部分については folded ポテンシャルの Q_2 , Q_4 モーメントとともに、チャンネル結合解析で得た値と大きく異っている。この研究により 65 MeV の偏極陽子による弾性、非弾性散乱を基底状態回転バンドの 6^+ までの励起状態に対して、よく再現出来る光学ポテンシャルの各項の変形度の関係は、従来のような等しい β 又は等しい βR あるいは等しい同次の多重極モーメントといった簡単な処方では表わされないことが明らかになった。各項の多重極モーメントはそれぞれの核子-核子有効相互作用の特徴を反映しており、これらの多重極モーメントが現象論的光学ポテンシャルと微視的光学ポテンシャルを詳細に比較する際に重要な対決点を提供することが示唆された。

論文審査の結果の要旨

原子核が安定に変形している領域として希土類領域がある。本研究は希土類ではないが、これと隣接する Hf と W の同位元素について偏極陽子を用いて、 ^{178}Hf , ^{180}Hf , ^{182}W 及び ^{184}W の四つの核種からの散乱を測定し、微分断面積と偏極分解能を基底状態回転バンドの 6^+ までの励起状態まで求めたものである。変形核は球形核と異り、多重極モーメントをもつので、入射核子と核内核子間の有効相互作用をより立入って調べることが出来る。

本研究の実験的面での特徴は、変形核の励起状態は基底状態にエネルギー的に近いので高分解能実験を行わねばならないことに関連している。そのためには標的は不純物を含まず且つセルフ・サポートの薄膜であることが望ましい。Hf と W は融点が高いので通常の蒸着法では、これは困難である。申請者は重イオン・スパッタリング法を適用してこれに成功した。重イオンとしては W に対しては Ar ビーム、Hf に対しては Kr ビームが用いられ、実際の製作には東大核研の装置を利用した。実験は核物理研究センターのサイクロトロンよりの偏極陽子と高分解能スペクトログラフ “RAIDEN” を用いて行われたが、データ収集については 6^+ 状態まで十分な統計精度を得るために、弾性散乱粒子による検出器の不感時間を減らすための工夫などがなされている。解析面では、標的核が軸対称な回転体であると仮定して、通常のチャンネル結合法が適用されたが、従来の解析と異なるところは、光学ポテンシャルの各部分の変形パラメタの間に、予め仮定を設けずに、すべてのパラメタを自由にサーチしたことである。その結果 6^+ 状態まで実験結果を略完全に再現するパラメタが求められている。申請者はこの解析から光学ポテンシャルの各部分の同じ次数の多重極モーメントが微妙に異っていることを見出した。

特にこの差は実中心力部分とスピン軌道部分に対して著しい。そしてこれは光学ポテンシャルの各部のもとになっている核子-核子有効相互作用の密度依存性が異っていることを反映しているとして合理的に理解出来ることを明らかにした。又、密度依存性をもつ現実的な核子-核子有効相互作用を用いて folding 模型の計算を行い、実中心力部分と虚数部分の folded ポテンシャルを導き、申請者が得た現象論的ポテンシャルとの比較を行っている。実中心力部分については詳しい議論が可能であったが、虚数部分に

については、現在の核子-核子有効相互作用を用いては全く説明出来ず、今後の改良の必要性を明らかにした。かくして実験結果を詳細に再現出来る光学ポテンシャルの各部の多重極モーメントは異っており、この事実は各部をになっている有効相互作用の密度依存性の差を反映しているとして説明された。したがって光学ポテンシャルの多重極モーメントは、現象論的ポテンシャルと、核力を積みかさねた微視的ポテンシャルの対決点として極めて有効であるという申請者の主張は合理的といえる。本論文と参考論文を併せて考える時、核子と原子核の相互作用に対する申請者のすぐれた研究能力と高い見識は明らかである。

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。

なお、主論文及び参考論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。