

論文審査の結果の要旨

氏名： 鈴木 賢

論文題目： 高速不安定核・リコイル・ディスタンス法の開発による³²Mgの第一2⁺励起状態の寿命測定

(Lifetime measurement of the first 2⁺ excited state of ³²Mg by the development of the Fast RI Recoil Distance Method)

本論文は、7章と追補からなる。第1章は導入、第2章は高速不安定核・リコイル・ディスタンス法、第3章は実験のセットアップ、第4章は入射・出射粒子及び脱励起 γ 線の解析、第5章は粒子の励起及び脱励起 γ 線のシミュレーション、第6章は実験の結果と議論、第7章が結論である。

第1章では、不安定核の核物理学における研究の現状について、特に、原子核の安定性について魔法数の観点から概観している。その研究の有力な指標が第一励起状態の寿命である事に着目し、従来の寿命測定法のような系統誤差を持たない新しい手法を提案している。中性子過剰の短寿命核領域では、安定核領域で確立している魔法数が必ずしも成り立たないことが認識されつつある。その端的な例が³²Mg核であるが、魔法数をなすかどうかの重要な物理量が第一励起状態のエネルギーと寿命である。しかし、³²Mgの寿命については、これまでの実験値には大きなばらつきがあり、その主要な要因が実験手法そのものによる系統誤差であることを指摘している。本論文では、その不確定性を含まず、直接その寿命を測る手法として、低エネルギーで古く開発されてきた方法、Recoil Distance Method (RDM) に、新たに高速の不安定核ビームを使うことによる優れた特長を加える手法を考案した点が優れている。

第2章では、本研究で開発した高速不安定核・リコイル・ディスタンス法を詳述している。RDM法では標的の下流にビーム減速用のデグレダを置き、その前後で速度が変わり、不安定核状態から放出されるガンマ線の受けるドップラーシフト量が異なるため、2つのガンマ線分布がつくられる。その生成比とデグレダまでの距離と速度を使うことで、不安定核状態の半減期を決定する。この研究では、研究対象核を高速で得ることで、厚い標的を使い、標的とデグレダ間の距離が大きくなり、ドップラーシフト量差が大きくなり、従来の方法に比べて、より効率的で、高精度になる。さらには、ドップラー効果を精度良く補正するために、位置感知型Geガンマ線検出器CNS-GRAPEを用いたことに特徴がある。これらの組み合わせは、世界に類をみないものとなっている。

第3章は、実験のセットアップについて述べている。本実験は、理化学研究所加速器研究施設の入射核分離装置において、⁴⁰Arビームを⁹Be一次標的に照射して入射核破砕反応により得られる³²Mgビームを使って行われた。

第4章では、入射・出射粒子及び脱励起 γ 線の解析、5章は、粒子の励起及び脱励起 γ 線のシミュレーションについて議論している。特に第5章では、系統誤差について詳細に解析を行っている。

第6章では、本解析から³²Mg第一励起状態の寿命として、 $t_{1/2} = 13.7 \pm 1.94 \pm 0.14$ psを得た。この結果をこれまでの研究と比較し、これまでに使われてきたクローン励起法が系統的な不確定性を持っている事を示し、その不確定性を持たない本研究の優位性を示し

た。また、理論の予測値との比較では、系統的にある種の模型群が、 ^{32}Mg の低励起状態の性質を良く再現している事がわかった。

本論文では、追補において、本論文で提案する高速不安定核・リコイル・ディスタンス法の検証のために、寿命のよく判っている ^{22}Na と ^{21}Ne の第一励起状態について、同法を適用し、方法の正しさを検証している。

本論文の結論として、1~100 ps という非常に寿命の短い原子核状態の寿命を高精度で求める新しい実験的方法として、高速不安定核・リコイル・ディスタンス法を提案し、実験的に同法の正しさを検証した。更に、この方法を使って、不安定核の構造で重大問題の一つである魔法数の破れに関する研究で、 ^{32}Mg の第一励起状態の寿命に信頼度の高いデータを初めて与え、理論的理解に大きな制限を与えた。本研究の遂行に当たり、論文提出者は、新しい手法の提案から、実験の実施、解析まで、本人が中心となって進めてきたことは明らかである。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。