

論文審査の結果の要旨

氏名 カール デイド マイルズ
 KAHL, David Miles

本論文は5章からなる。第1章はイントロダクション、第2章は実験の概要と使用実験装置の説明、第3章は信号処理とデータ校正についての説明、第4章はデータ解析と実験結果及び結果の考察、第5章はまとめ、である。

本論文は、 $^{30}\text{S}(\alpha, p)$ 天体熱核反応率を調べることを目的に行われた、 $^{30}\text{S}+\alpha$ 共鳴弾性散乱の測定（世界初演）が主題である。

$^{30}\text{S}(\alpha, p)$ 反応は、中性子星連星表面の降着円盤における熱核暴走が起源と考えられる I 型 X 線バーストにおいて、重要な役割を果たすと考えられている。特に、 ^{30}S が連鎖反応の滞留点となり、X 線バーストの輝度の時間変化が2つのピークを持つという観測結果に説明を与えると期待されている。しかしながら、現状では、反応における複合核 ^{34}Ar の共鳴的性質も反応断面積自身も良く分かっていないので、 $^{30}\text{S}(\alpha, p)$ 反応の反応率は Hauser-Feshbach 統計模型を用いて推定されている。しかし、この近傍の原子核においてはアルファクラスター共鳴反応が沢山見られ、この寄与のために、反応断面積が大きくなる傾向がある。以上の理由から、融合反応生成核 ^{34}Ar の共鳴的性質と (α, p) 反応率を実験的に決めることは極めて重要である。

本論文のもととなった実験は、理化学研究所 RIBF 施設に設置された、原子核科学研究センター所有の CRIB 装置においてなされた。CRIB を用いて生成された、エネルギー 1.6 MeV/u の ^{30}S 不安定核ビーム（純度 30%、強度毎秒 10^4 ）は、90% He + 10% CO_2 の混合比を持つ 1 気圧のガスアクティブ標的に打ち込まれた。打ち込まれたビームが、ガスアクティブ標的中の各位置にエネルギーを落とす様は、事象毎に記録された。また、弾性散乱により弾き飛ばされた α 粒子は、ガスアクティブ標的高ゲイン部及び周りに置かれたシリコン検出器により、その位置とエネルギーが測定された。

データ解析においては、まずは、各検出装置の校正がなされた。特に、アクティブ標的中の入射 ^{30}S ビームのエネルギー損失、及び、シリコン検出器のアルファ粒子に対するレスポンスは、弾性散乱過程の重心系エネルギー決める最重要な要素であるため、注意深い校正がなされた。

ついで、上で説明した情報を用いて、エネルギーを指標とする連続的な弾性散乱の励起関数が求められた。励起関数の全体的な傾向、特に低エネルギー部に関しては、クーロン弾性散乱過程との比較がなされ、エネルギー依存性について、よく記述できていることが確かめられた。

得られた励起関数に対して、R-Matrix 解析が行なわれ、 ^{34}Ar にこれ迄知られていない大きな α 幅を持つ励起状態が存在することが見出された。これらの結果、及び既存のデータを元にして $^{30}\text{S}(\alpha, p)$ 反応レートが計算されたが、こうして決められたレートは統計模型を用いた予想値の 2 倍を上回らないであろうと試算され、 ^{30}S が連鎖反応の滞留点となることに実験的な根拠が与えられた。

なお、本論文の基になった実験データは複数名との共同実験研究により取得されたものであるが、論文提出者は、実験の企画・遂行において中心的な役割を果たし、また、本論文に用いられているデータの校正、解析、考察は本人が進めたものであり、論文提出者の寄与は十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。