

論文審査の結果の要旨

氏名 片岡 洋介

本論文はオルソポジトロニウムの崩壊率を精密に測定した物である。ポジトロニウムは電子と陽電子の束縛状態であり、束縛状態での QED (量子電磁気学) のテストを、ハドロン相互作用、弱い相互作用に影響を受けずに行うことができる。スピン3重項であるオルソポジトロニウムは 142ns という長い寿命を持つが、その値の計算は最近になってやっとアルファの2次の補正まで行われるようになった。しかし、その実験的な検証はまだ行われていない。本論文は新たに開発された高速信号を出す YAP シンチレータとゲルマニウム検出器を用い、ポジトロンを止めポシトロニウムは発生させるターゲットとして、シリカエアロジェルとシリカパウダーを用いた。オルソポジトロニウムの崩壊率測定において最も問題となることは、ポシトロニウムが物質中の電子と反応し、パラポジトロニウムになって早い崩壊をしてしまうことである (ピックオフ効果)。本論文では、ゲルマニウム検出器を用いて、このピックオフ効果の量と時間変化を精密に計り、それを補正して精密なオルソポジトロニウムの崩壊率を得た。異なるターゲットを用いた測定でも、統計的に一致する結果が得られており、それを統合すると 150ppm の精度で測定することができた。この値は今まで世界で行われた測定のうちで最も精度のよいものである。近年、世界で行われた他の3つの実験と統合すると、アルファの2次の補正まで考慮した計算結果と良く一致し、アルファ1次の補正のみを考慮した計算値とは 2.6σ レベルでずれている。これはアルファ2次の補正計算の正しさを支持するものである。

論文は5章からなり、まず第1章ではオルソポジトロニウムの崩壊率の計算についてと過去の実験のレビューが書かれている。第2章では実験のセットアップ、データ収集システム、実験に用いた YAP シンチレータとゲルマニウム検出器のレスポンスについて詳しく書かれている。第3章では解析の詳細について書かれており、(1) それぞれの検出器をどのようにキャリブレーションしたか、(2) ゲルマニウム検出器を用いてどのようにピックオフ効果を求めたか、(3) イベントの選択方法、(4) 系統誤差、について純に述べた後に、本論文での測定結果について述べている。第4章では、崩壊率曲線をフィットする際に以前の実験で問題となった初期値による違いがないかの議論、ターゲットの物質の違いによる結果の議論、そして理論との比較について書かれている。

本論文の研究は提出者が実験装置の製作、データ取得、解析のすべてをおこなった物である。

したがって、博士 (理学) の学位を授与できると認める。