

Streszczenie

Niniejsza rozprawa przedstawia analizę relatywistycznych aspektów czasu w mechanice kwantowej, koncentrując się na dwóch głównych tematach: kwantowej dylatacji czasu oraz koncepcji nieokreślonego porządku czasowego, w tym implikacjach czasowych nierówności Bella.

Badania dotyczą kwantowej dylatacji czasu, zjawiska, w którym dylatacja czasu, znana z teorii względności, występuje również na poziomie kwantowym. Nasze wyniki pokazują, że kinematyczna kwantowa dylatacja czasu jest uniwersalna, podobnie jak klasyczna dylatacja czasu, co oznacza, że nie zależy od specyficznych mechanizmów używanych zegarów. Ta uniwersalność sugeruje, że kwantowa dylatacja czasu jest fundamentalną właściwością systemów kwantowych, rozszerzając nasze zrozumienie czasu na poziomie mechaniki kwantowej. Jednakże rozprawa bada również grawitacyjną kwantową dylatację czasu i stwierdza, że nie jest ona uniwersalna. Różne zegary doświadczają grawitacyjnej dylatacji czasu w różnym stopniu, w zależności od ich wewnętrznej struktury.

Drugim głównym tematem tej rozprawy jest koncepcja nieokreślonego porządku czasowego. W fizyce klasycznej zdarzenia występują w określonej kolejności, ale w świecie kwantowym zdarzenia mogą istnieć w superpozycji różnych porządków. Oznacza to, że kolejność zdarzeń nie jest ustalona i może być nieokreślona. Opracowaliśmy scenariusz, w którym przyspieszające cząstki oddziałują z polami kwantowymi, aby zademonstrować ten nieokreślony porządek. Używając relatywistycznej dylatacji czasu, stworzyliśmy model pokazujący naruszenie nierówności Bella, tradycyjnie używanych do testowania określonego porządku czasowego. Nasze wyniki wskazują, że zdarzenia mogą rzeczywiście występować w nieokreślonym porządku, kwestionując klasyczne postrzeganie czasu.

Nasze badania podkreślają, że założenia niezbędne do udowodnienia nierówności Bella dla porządku czasowego nie zawsze są spełnione w praktycznych scenariuszach. Ten wynik doprowadził do krytycznej oceny tych założeń, pokazując, że rozdzielenie swobodnej dynamiki od operacji lokalnych nie zawsze jest możliwe. Te odkrycia są znaczące zarówno dla teoretycznych, jak i eksperymentalnych badań nad naturą czasu.

Niniejsza rozprawa poszerza nasze zrozumienie kwantowej dylatacji czasu i nieokreślonego porządku czasowego. Kwestionuje konwencjonalne pojęcia czasu i przyczynowości, oferując nowe perspektywy na fundamentalną naturę wszechświata.