

Streszczenie

Niniejsza rozprawa omawia podstawy koncepcyjne i wprowadza aparat matematyczny dla *relacyjnego* i *operacyjnego* podejścia do podstaw teorii kwantowej. Formalizm jest oparty na idei *kwantowych układów odniesienia* (QRF) i wcześniejszych rezultatach *teorii pomiaru kwantowego* w obecności symetrii. W skrócie, program QRF opiera się na idei, że układy odniesienia powinny być traktowane jako systemy fizyczne, w połączeniu z założeniem, że jako takie powinny być modelowane w ramach mechaniki kwantowej. Perspektywa ta jest zgodna z postulatem relacyjności w fizyce, który mówi, że obserwacje zawsze są dokonywane w odniesieniu do innego systemu odniesienia. Szerzej rzecz ujmując, fizyka powinna zatem przede wszystkim zajmować się relacjami między systemami fizycznymi. W tej pracy łączymy te spostrzeżenia z naciskiem na operacyjność, rozumianą jako powstrzymywanie się od wprowadzania do formalizmu obiektów niezwiązanych bezpośrednio z co do zasady weryfikowalnymi prawdopodobieństwami wyników pomiarów, i co za tym idzie identyfikację opisów nie rozróżnialnych jako takie. Dodając intuicje z Teorii Względności i Teorii Cechowania proponujemy operacyjną definicję kwantowego układu odniesienia - jako *systemu kwantowego wyposażonego w kowariantną pozytywną miarę operatorową* (POVM). Formalizm jest oparty na koncepcji *ekwiwalencji operacyjnej*, która pozwala na wprowadzenie operacyjności w naszym rozumieniu poprzez zastosowanie relacji równoważności na przestrzeni stanów kwantowych ze względu na nierozróżnialność przez dostępne obserwable. Zakładamy, że są one *niezmiennicze wobec transformacji cechowania*, rozumianych jako działanie elementu odpowiedniej grupy na układzie złożonym z systemu i układu referancyjnego, i *referencyjne* w sensie poszanowania wyboru POVM układu odniesienia. Takie obserwable są dostępne za pośrednictwem konstrukcji *yen* ($\mathbb{Y}^{\mathcal{R}}$), wprowadzonej w poprzednich pracach, która przekształca obserwable systemu na te na układzie złożonym będące niezmiennicze względem transformacji cechowania i referencyjne. Takie efekty nazywane są *względnyymi*, a klasy stanów nierozróżnialnych przez nie nazywane są *stanami względnymi*. Mogą być one rozumiane jako stany na systemie, ponieważ odpowiadają one obrazowi mapy sprzężonej $\mathbb{Y}_*^{\mathcal{R}}$. Udowadniamy, że gdy układ odniesienia jest *lokalizowalny*, co oznacza, że pozwala na stany prowadzące do silnie zlokalizowanych rozkładów prawdopodobieństwa obserwablów układu, opis względem zlokalizowanego układu odniesienia odpowiada zwykłemu, nierelacyjnemu opisowi kwantowemu. Zapewniamy również spójny sposób tłumaczenia między różnymi opisami względnymi za pomocą *map zmiany układów* i porównujemy je z odpowiadającymi pojęciami w innych podejściach do QRF - okazuje się, że procedury są *operacyjnie nierozróżnialne* w obszarze wspólnej stosowalności.