

Popularnonaukowy opis badań prowadzonych w ramach rozprawy doktorskiej pt.: „Nowe metody opisu nierozróżnialności oraz jej związków z korelacjami kwantowymi”

Moje badania skupiają się na zjawisku kwantowej nierozróżnialności. Nie można jej zaobserwować w makroskopowym świecie naszych codziennych doświadczeń, w którym nierozróżnialnymi nazywamy rzeczy bardzo podobne do siebie, takie jak przysłowiowe dwie krople wody. Prawdziwa nierozróżnialność istnieje jedynie w skali, w której niepodzielnie rządzi mechanika kwantowa. Chciałbym ją opisać, używając do tego metod jeszcze w tym kontekście nie wykorzystanych, a także zbadać jaki ma ona wpływ na inne zjawiska kwantowe.

Jeden z kierunków badań, które prowadzę, polega na sformułowaniu opisu zachowania nierozróżnialnych cząstek, który nie odwoływałby się do mechaniki kwantowej. Takie ujęcie pogłębi nasze zrozumienie podstaw matematycznego formalizmu tej teorii. Można to porównać ze szczególną teorią względności Einsteina, w której wszystko wynika z tego, że nic nie porusza się szybciej od światła, a prawa fizyki są wszędzie takie same. Mechanika kwantowa nie dała się jak dotąd zinterpretować w tak intuicyjny sposób, a moje badania mają pomóc coś z tym zrobić.

Inny podejmowany przeze mnie temat dotyczy sprawdzenia, czy nierozróżnialność daje się opisać jako zasób, który można zużyć w celu, na przykład, przyspieszenia obliczeń. Wiemy, że taka sytuacja ma miejsce w przypadku innego efektu kwantowego – splątania. Dużo mówi się o tym, że można je wykorzystać, by zabezpieczyć przesyłane wiadomości przed podsłuchiwaniem. Albo wręcz przeciwnie, by łamać zabezpieczenia i odczytywać to, co miało być tajne. Dobrze byłoby wiedzieć, czy nierozróżnialność również mogłaby mieć takie ciekawe zastosowania.

Badam również to, w jaki sposób nierozróżnialność przekłada się na inne nieklasyczne zjawiska. Sprawdzam na przykład, czy można symulować ją przy użyciu splątania albo jak liczba identycznych cząstek wpływa na jeszcze inny efekt – kontekstualność. Nie wchodząc w szczegóły, chodzi o to, by lepiej zrozumieć rolę, którą w znanych efektach kwantowych odgrywa nierozróżnialność cząstek.

Ustalenie, jaką rolę w otaczającym nas świecie odgrywa kwantowa nierozróżnialność, jest ważnym zadaniem. Zainteresowałem się nim, gdyż ciekawią mnie podstawy fizyki kwantowej. Ma ono jednak również istotny kontekst praktyczny. Wynika on z tego, że cząstki nierozróżnialne wykorzystywane są w wielu współczesnych technologiach. Ich rozwój może w przyszłości zależeć od tego, jak dobrze potrafimy opisywać nierozróżnialność.