

Jesteśmy świadkami drugiej rewolucji kwantowej. „Pierwsza rewolucja dała nam prawa do opisu zjawisk fizycznych w bardzo małej skali, a druga użyje tych praw i rozwinie dzięki nim nowe technologie”. To stwierdzenie jest bardzo aktualne. Teoria kwantowa stanowi główny filar naszego rozumienia i formalnego opisywania przyrody. Jest doskonale potwierdzoną empirycznie konstrukcją formalną. Fenomen kwantowych korelacji (w szczególności splątania) uważany jest za najbardziej niezwykły i wymykający się naszemu klasycznemu rozumowaniu. Wieloletnie zmagania koncepcyjne z „tajemniczym działaniem (nawet, choć niekoniecznie) na odległość” rozpoczęły się od fundamentalnej pracy Einsteina, Podolskiego i Rosena. Trwają one nieprzerwanie do dziś. Dziś już jednak wiemy, że kwantowe splątanie — ciągle pozostając wielką zagadką — daje się realizować eksperymentalnie i kontrolować. Pozwala nam to właśnie na rozwijanie nowych technologii jak bezpieczna komunikacja kwantowa, obliczenia kwantowe i wiele innych. Możemy też badać skomplikowane i fascynujące układy i zjawiska fizyki fazy skondensowanej, składające się z podstawowego budulca Wszechświata: bozonów i fermionów, jak kondensat Bosego-Einsteina czy zjawisko nadprzewodnictwa. Niestety, korelacje kwantowe w takich układach nie są dobrze zbadane.

Dlatego, podstawowym zadaniem tego projektu jest zbadanie korelacji kwantowych (jak splątanie kwantowe) w układach fermionowych (czyli złożonych z fermionów) oraz ich możliwe zastosowanie w zadaniach kwantowej teorii informacji. Będziemy stosować formalizm tzw. fermionowej optyki liniowej i fermionowych stanów gaussowskich do opisu pewnych problemów dotyczących fundamentalnej natury korelacji kwantowych (ilości „kwantowości” w układach fermionowych), możliwości przeprowadzenia uniwersalnych obliczeń kwantowych, czy przyczyny i natury powszechnego dążenia stanów do sytuacji równowagi (termodynamicznej).