

Termodynamika tradycyjnie opisuje układy makroskopowe. Ostatnio, dzięki szybkiemu rozwojowi technik doświadczalnych można manipulować pojedynczymi układami kwantowymi z dużą precyzją. Na przykład, ostatnio zrealizowano silnik cieplny, gdzie ciałem roboczym jest pojedynczy jon, a rolę kąpielii cieplnych pełnią dwa lasery, oświetlające naprzemiennie jon. Rozwojowi temu towarzyszą badania teoretyczne mające na celu głębsze zrozumienie termodynamiki mikroukładów. W rezultacie powstała nowa gałąź nauki zwana Termodynamiką Kwantową. W niniejszym projekcie zamierzamy rozwijać kwantową termodynamikę na dwa komplementarne sposoby. Z jednej strony będziemy mieli do czynienia z dynamicznym opisem termodynamiki w języku kwantowych układów otwartych, gdzie maszyny cieplne są opisane przez ciągłą ewolucję w czasie. Z drugiej strony planujemy rozwijać podejście zwane termodynamiczną teorią zasobów – jest to nowo powstała gałąź termodynamiki kwantowej, charakteryzująca podejściem kinematycznym, inspirowana kwantową teorią informacji. Te dwa podejścia są komplementarne: pierwsze bardziej odpowiednie do bezpośredniego opisu fizycznego układu termodynamicznego, lecz trudniejsze z punktu widzenia metod analitycznych, drugie – choć nie tak bliskie rzeczywistości fizycznej, dopuszcza wiele analitycznych metod, przy pomocy których można optymalizować procesy termodynamiczne. W ramach projektu zamierzamy rozwiązać otwarty problem opisu poprawnego zachowania dwóch (lub więcej) sprzężonych układów oddziałujących z osobnymi kąpieliami. Zaskakująco, nie ma dynamicznego opisu, który by poprawnie uwzględniał termodynamikę takich układów. Zamierzamy użyć do tego celu nowe równanie dynamiczne. W ramach podejścia teorii zasobów, planujemy badać relacje typu fluktuacji-dyssypacji zidentyfikowane ostatnio w tym podejściu oraz definicję pracy dla kwantowych baterii które posiadają stan podstawowy. Planujemy także poszukiwać powiązań między obu dziedzinami. Rzeczywiście, obie dziedziny rozwijają się niezwykle dynamicznie, jednak niemal zupełnie osobno. Oczekujemy m.in., że otrzymane ostatnio optymalizacje wydajności silników w ramach teorii zasobów będą inspirować podejście optymalizacyjne do dynamicznych kwantowych silników. Projekt będzie realizowany w Międzynarodowym Centrum Kwantowych Technologii, niedawno stworzonym dynamicznym instytucie skupiającym naukowców z całego świata.