

Termodynamika jest bezsprzecznie jedną z najważniejszych teorii fizycznych jakie istniały. Zaskakujące jest to, że ta niezwykle istotna teoria powstała w XIX w. tylko na podstawie badań wydajności silników ciepłych. Wydawać by się mogło, że obiekt zainteresowań ówczesnych fizyków jest nudny i trywialny, jednakże wyniki jakie otrzymano wtedy, w bardzo szybkim czasie zrewolucjonizowały całą naukę aż do chwili obecnej. W istocie, dzisiaj termodynamika jest elementarzem dla każdego inżyniera, a także jest esencją wszelkich badań nad materią skondensowaną (np. w poszukiwaniu nowych materiałów), jednakże poza tym, termodynamika jest także kamieniem węgielnym w badaniach nad początkami Wszechświata, właściwościami czarnych dziur, jak również w odpowiedzi na fundamentalne pytanie: czym jest życie?

Z drugiej strony, XX w. przyniósł kolejną rewolucję w fizyce, którą było powstanie mechaniki kwantowej, czyli teorii która w poprawny sposób opisuje mikroświat złożony z elektronów, atomów, związków chemicznych i innych podstawowych składników materii. Dzisiaj po ponad 100 latach triumfów tej teorii, mało kto kwestionuje fakt, że nasz Wszechświat w dowolnej skali w istocie jest kwantowo-mechaniczny, jednak tylko w układach mikroskopowych efekty kwantowe są widoczne i mają znaczenie. Między innymi z tego powodu, w fizyce teoretycznej pojawiła się potrzeba sformułowania ogólnego opisu termodynamicznego przyrody w terminach mechaniki kwantowej, tak że klasyczna termodynamika stanie się tylko przypadkiem granicznym. Ponadto, motywacją do tego przedsięwzięcia jest fakt, że w ostatnim czasie obserwuje się niewyobrażalny postęp nano-technologiczny, co również zawiera w sobie możliwość konstrukcji mikroskopowych silników. W tym przypadku efekty kwantowe nie mogą zostać zaniedbane i dlatego nowa teoria, nazwana kwantową termodynamiką, jest nieodzowna do opisu tego typu mikro układów w kontekście termodynamicznym.

Dzisiaj, na początku XXI w. wkraczamy na nową ścieżkę, której celem jest połączenie termodynamiki z teorią kwantową. Kolejny raz w historii, fizycy na całym świecie starają się zrozumieć proces zamiany energii termicznej w użyteczną pracę, jednakże tym razem obiektem zainteresowań są maszyny pracujące w mikroskali. W tej chwili na papierze już istnieje wiele interesujących propozycji (takie jak idea kwantowych baterii) i jest to tylko kwestia czasu, kiedy nasza technologia energetyczna stanie się esencjonalnie kwantowa.

W tym projekcie badawczym pragniemy być częścią przedsięwzięcia sformułowania kwantowej termodynamiki. W szczególności proponujemy nowy paradygmat procesu pozyskiwania pracy (z energii termicznej), który będzie w stanie wykonywać to zadanie bardziej efektywnie niż w świecie makroskopowym. Ponadto, nasze badania (poza praktycznymi korzyściami) mają również na celu teoretyczne zrozumienie procesów kwantowej termodynamiki na poziomie fundamentalnym.