

Niniejszy projekt ma na celu utworzenie nowej grupy badawczej do realizacji eksperymentalnych badań z zakresu fizyki fundamentalnej i poszukiwania nowej fizyki z wykorzystaniem ultrazimnej mieszaniny złożonej z atomów rubidu i rtęci. Projekt jest podzielony na cele naukowe, które tworzą spójny program badawczy o tematyce obejmującej zagadnienia takie jak: wykorzystanie precyzyjnych pomiarów przesunięć izotopowych do poszukiwania nowej fizyki, spektroskopia ultrazimnych atomów i molekuł oraz rozwój metrologii w oparciu o systemy dwuskładnikowe. Program ten będzie realizowany z użyciem unikalnego układu eksperymentalnego umożliwiającego jednoczesne pułapkowanie ultrazimnych atomów Hg i Rb funkcjonującego w Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej (KL FAMO).

Głównym celem naukowym projektu jest wykorzystanie jednej z najbardziej obiecujących metod badań fizyki wykraczającej poza Model Standardowy, która opiera się na analizie nieliniowości tzw. wykresu Kinga, i zastosowanie jej do analizy przesunięć izotopowych Hg. Proponowane w niniejszym projekcie wykorzystanie ultrawąskich spektralnie przejść optycznych w Hg, tzw. przejść zegarowych o szerokości naturalnej poniżej 1 Hz, doprowadzi do znaczącego polepszenia zdolności rozdzielczej metody, co, w połączeniu z różnorodnością izotopową Hg, stworzy znakomite warunki do przeprowadzania pomiarów z nieosiąganą do tej pory dokładnością i może otworzyć drogę do eksperymentalnej weryfikacji Modelu Standardowego.

Kolejnym celem projektu jest stworzenie fundamentu pod przyszłe badania z użyciem symulatora kwantowego opartego na ultrazimnych molekułach w absolutnym stanie podstawowym. Jako pierwszy etap na tej drodze w ramach niniejszego projektu zostaną przeprowadzone badania dotyczące ultrazimnych molekuł polarnych z użyciem istniejącego unikalnego układu eksperymentalnego, w którym w podwójnej pułapce magnetoptycznej chłodzi się i pułapkuje jednocześnie atomy rtęci i rubidu osiągając temperatury rzędu 10 μ K. Badania molekuł, które zostaną podjęte w ramach niniejszego projektu, oparte są na dwóch eksperymentalnych metodach: fotoasocjacji (PA) oraz wymuszonych adiabatycznych przejściach ramanowskich (STIRAP). Spektroskopia fotoasocjacyjna zostanie zmierzona w pobliżu przejścia D1 (795 nm) w Rb. Pomiar spektroskopowy zostanie wykonany z wykorzystaniem sprzężonego z układem eksperymentalnym grzebienia częstości optycznych, co umożliwi pomiary bezwzględnych częstości rezonansów PA dla różnych kombinacji izotopowych układu Rb-Hg.