

Ultradokładna spektroskopia laserowa – testowanie granic teorii kwantowej

Stworzymy układ eksperymentalny, który łączy w sobie jedne z najnowocześniejszych technologii współczesnej fizyki, takie jak lasery o niezwyklej precyzji, urządzenia pozwalające pułapkować światło zwane wnękami optycznymi oraz ekstremalnie zimne środowiska, które pozwolą nam badać cząsteczki z dokładnością większą niż kiedykolwiek wcześniej. Starannie łącząc te narzędzia, dążymy do przesunięcia granic precyzji pomiaru struktury najprostszych cząsteczek, mając na celu ultradokładne testowanie teorii kwantowej.

U podstaw naszych badań leży głębokie pytanie: Jak dobrze sprawdza się nasze obecne rozumienie fizyki kwantowej, gdy badamy najmniejsze i najprostsze cząsteczki na bardzo wysokim poziomie dokładności? Na przykład, cząsteczka wodoru jest najprostszą cząsteczką w przyrodzie, której strukturę można obliczyć z zasad pierwszych teorii kwantowej z niezwyklej dokładnością. Mierząc energię wibracji i rotacji cząsteczki wodoru z niespotykaną dotąd precyzją, możemy bezpośrednio przetestować te przewidywania. Jeśli teoria idealnie zgodzi się z pomiarem przetestujemy fizykę kwantową dla molekuł na niespotykanym dotąd poziomie dokładności. Jeśli nie, może to wskazywać na nową fizykę czekającą na odkrycie.

Poza cząsteczką wodoru, zbadamy również nieco bardziej złożone cząsteczki, które są wciąż na tyle proste, że można je modelować z zasad pierwszych teorii kwantowej, ale jednocześnie wystarczająco skomplikowane, aby przejawiać typowe własności dla złożonych układów molekularnych. Cząsteczki te są ważne dla zrozumienia podstaw chemii i jej związku z fizyką kwantową. Technologia, którą rozwijamy, ma szerokie zastosowanie – od nauk o środowisku po fizykę fundamentalną – a zebrane przez nas dane mogą pomóc w jeszcze lepszym wyznaczeniu fundamentalnych stałych fizycznych lub odkryciu drobnych efektów, które wskazują na istnienie w przyrodzie nowych oddziaływań. W ten sposób nasza praca łączy najnowocześniejsze badania laboratoryjne z niektórymi z najważniejszych pytań fizyki i przyrody.