

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU (W JĘZYKU POLSKIM)

Oddziaływanie światła z materią jest jednym z najbardziej precyzyjnych narzędzi stosowanych we współczesnej nauce. Pozwala ono mierzyć siły pomiędzy atomami lub cząsteczkami, badać strukturę cząsteczek, określać odległości rzędu nanometrów (czyli jednej milionowej części milimetra), czy śledzić procesy chemiczne z rozdzielczością czasową rzędu femtosekund ( $10^{-15}$  s). Rozwój fotoniki i techniki laserowej w ostatnich latach pozwolił na dalsze zwiększenie możliwości przyrządów pomiarowych. Jednym z największych osiągnięć było skonstruowanie tzw. grzebienia częstotliwości optycznych (GCO). Grzebienie te pozwalają na bardzo precyzyjne pomiary częstotliwości (kolorów) światła. Umożliwiło to zbudowanie optycznych zegarów atomowych, które są najbardziej precyzyjnymi zegarami na świecie, tracącymi (lub zyskującymi) 1 sekundę nie częściej niż raz na 15 miliardów lat. Za skonstruowanie GCO profesorowie John L. Hall i Theodor W. Hänsch otrzymali w 2005 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

Jak w przypadku wielu nowatorskich urządzeń, poza laboratorium metrologicznym, GCO był początkowo uważany jedynie za ciekawostkę, ale w ciągu ostatniej dekady znalazł wiele nowych zastosowań, włączając w to np. badania atmosfery czy biomedycynę. W naszym projekcie wykorzystujemy GCO do precyzyjnych pomiarów, która z generowanych przez niego częstotliwości (kolorów, czy też „zębów grzebienia”) zostaje zaabsorbowana przez badany gaz i w jakim stopniu. Technika ta w ogólności jest nazywana spektroskopią absorpcyjną. Ponieważ znamy z dużą precyzją częstotliwość zaabsorbowanego światła, jesteśmy w stanie precyzyjnie określić zależność między tą częstotliwością a stopniem absorpcji. Zależność ta jest nazywana kształtem linii i zmierzone widmo zawiera w sobie informację o wewnętrznej strukturze i dynamice cząsteczek jak również o ich oddziaływaniu ze środowiskiem. Nasze pomiary dostarczą parametrów kształtów linii dla układów CO-Ar i CO-N<sub>2</sub>, które później zostaną porównane z obliczeniami teoretycznymi i pozwolą zweryfikować założenia przyjęte dla tych obliczeń.

Parametry kształtów linii są dostępne dla naukowców w ogólnodostępnych bazach danych. Są one wykorzystywane w wielu dziedzinach, które wykorzystują spektroskopię molekularną jako narzędzie do detekcji i pomiarów ilości cząsteczek w próbkach gazowych. Przykładowymi zastosowaniami są badania atmosfery Ziemi, badania składu oddechu ludzkiego w celu analizy medycznej, wykrywanie śladów substancji niebezpiecznych na lotniskach, czy badanie atmosfer planet układu słonecznego i planet poza układem słonecznym – tzw. exoplanet. Postęp w technikach pomiarowych oraz nowe zastosowania spektroskopii wymagają wyższej precyzji i dokładności parametrów kształtów linii, co wiąże się z poprawą parametrów we wspomnianych bazach danych. Tak więc doświadczalna weryfikacja teoretycznych parametrów jest ważnym testem. Zweryfikuje ona możliwość obliczania parametrów teoretycznie, co ma olbrzymie znaczenie w świetle konieczności wypełnienia baz nowymi parametrami dla milionów linii, które są w nich zawarte.

W analizie sygnału pomiarowego zostanie zastosowana nowo opracowana metoda wykorzystująca grzebień częstotliwości optycznych, znosząca ograniczenie rozdzielczości dotychczas stosowanych układów szerokopasmowych. Demonstracja możliwości tej nowej techniki pomiarowej użytej w Projekcie będzie miała wpływ na szereg zastosowań spektroskopii. Z wykorzystaniem nieliniowej konwersji częstotliwości w zakresy dalszej podczerwieni i ultrafioletu metoda ta może zostać zastosowana w badaniach wielu układów atomowych i cząsteczkowych. W przypadku zastosowania grzebienia częstotliwości optycznych do istniejących spektrometrów fourierowskich, pozwoli ona na wielokrotne zmniejszenie czasów akwizycji widm o wysokiej rozdzielczości spektralnej i wysokim stosunku sygnału do szumu. Szczególnie w przypadku metrologii gazów metoda ta ma wszelkie walory aby stać się metodą pierwszego wyboru w tych zastosowaniach. Łączy ona w sobie zalety spektroskopii laserowej opartej na laserach o pracy ciągłej z szerokopasmowym działaniem konwencjonalnych spektrometrów fourierowskich.