

Spektroskopia jest najdokładniejszą metodą badania podstawowych własności materii i jej oddziaływania z promieniowaniem, a złożone widma absorpcyjne lub emisyjne cząstek pozwala na uzyskanie z nich precyzyjnych informacji na temat badanego układu i warunków fizycznych w jakich się on znajduje. Precyzyjne dane na temat cząstki, natężenia i parametrów kształtu molekularnych linii widmowych są niezbędne w takich zastosowaniach jak badanie atmosfery Ziemi i innych planet, modelowanie zjawisk pogodowych i zmian klimatycznych, spektroskopowe wyznaczanie temperatury i ciśnienia gazu, detekcja ładunków ilości gazów i zanieczyszczeń, kalibracja urządzeń pomiarowych czy nieinwazyjna diagnostyka medyczna. Satelitarne i naziemne systemy lidarowe monitorujące skład atmosfery ziemskiej z dużą rozdzielczością przestrzenną wymagają precyzyjnych danych spektroskopowych dotyczących wybranych przejść molekularnych. Parametry linii widmowych cząstki muszą charakteryzować się niepewnościami rzędu dziesiątych części procenta. Uzyskanie tak dokładnych referencyjnych danych laboratoryjnych jest trudne i wymaga wzięcia pod uwagę szeregu efektów fizycznych zachodzących w warunkach oddziaływania promieniowania z cząstkami, jak i wzajemnego oddziaływania cząstek gazu – tzw. efektów zderzeniowych wpływających na kształt i cząstki centralnych poszczególnych absorpcyjnych linii widmowych. Aby móc w pełni wykorzystać potencjał spektroskopii laserowej niezbędne jest zatem wykonanie badań podstawowych dotyczących wpływu warunków fizycznych w jakich znajduje się układ molekularny (takich jak temperatura, ciśnienie, skład gazu) na obserwowane widmo absorpcyjne i opracowanie sparametryzowanych modeli opartych na fizycznych podstawach, opisujących te widma w interesującym zakresie zmienności warunków fizycznych.

Celem projektu jest do wiadczenie zbadanie temperatury i zderzeniowych zależności widm cząstek w tym m. in. w badaniach atmosfery i zmian klimatu oraz rozwój nowych metod spektroskopowych wzmocnionych w kierunku optycznym, zarówno tzw. metod bezdopplerowskich, o bardzo wysokiej rozdzielczości, jak i szerokopasmowych wykorzystujących grzebienie cząstki optyczne jako źródło promieniowania wzbudzonego przejściami molekularnymi. W szczególności planujemy do wiadczenie wyznaczenie zależności zderzeniowego rozszerzenia i przesunięcia linii widmowych od prdkości cząstek i weryfikację istniejących modeli teoretycznych kształtu linii opisujących to zjawisko. Dane te pozwolą na prawidłową interpretację innych efektów kształtu linii, w szczególności zderzenia zmieniających prdkość cząstek absorbujących promieniowanie.

Planujemy zbadanie stosowalności nowych, metod pomiaru widma absorpcyjnego z szerokością modów w kierunku oraz widma dyspersyjnego z przesunięciem modów w kierunku, do szerokopasmowej spektroskopii wykorzystującej optyczny grzebień cząstki (OFC). Metody te bazują na pomiarze cząstki, a nie natężenia wiązki, dzięki temu możliwe jest uzyskanie bardzo wysokiej dokładności pomiaru i eliminacja systematycznych efektów aparaturowych spektroskopii szerokopasmowej we wniesieniu dyspersyjnych modów w kierunku.

Badania do wiadczenie widm molekularnych w zakresie widzialnym ( $O_2$ ) i bliskiej podczerwieni ( $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $C_2H_2$ ) będą realizowane metodą spektroskopii strat we wniesieniu optycznej ze stabilizacją cząstki (frequency-stabilized cavity ring-down spectroscopy), którą systematycznie rozwijamy i jest obecnie najdokładniejszą techniką pomiaru linii o małych natężeniach. Do zbadania zależności temperatury kształtu linii zbudowana będzie w kierunku optyczna (zawierająca badany gaz) z precyzyjną regulacją temperatury.

Wspomniane powyżej wymagania dotyczące dokładnie odwzorowania widm molekularnych sprawiły, że nowe spektroskopowe bazy danych przechodzą na opis linii widmowych wykraczający poza profil Voigta. Ostatnio przyjęto model HTP, jako nowy standard opisu kształtu linii widmowych. Umożliwia on osiągnięcie oczekiwanej dokładności poniżej 0,1%, jednak do wiadczenie wyznaczenie jego parametrów jest trudne ze względu na ich korelacje. Bezpośredni pomiar efektów zależnych od prdkości umożliwi zbadanie i prawidłową interpretację widm i dostarczy krytycznych danych do wspomnianych zastosowań jak i do weryfikacji metod teoretycznych fizyki molekularnej. Obecnie prawie wszystkie dane do wiadczenie na temat zaawansowanej analizy kształtów linii dotyczą tylko temperatury pokojowej. Wyznaczone zależności parametrów zderzeniowych od temperatury i prdkości pozwolą na weryfikację metod teoretycznych obliczania kształtów linii m. in. z rotacji, z którymi współpracujemy.

Spektroskopia szerokopasmowa z grzebieniem optycznym we wniesieniu jest obecnie dynamicznie rozwijana. Jej ogromny potencjał wynika z szybkości pomiaru szerokiego spektralnie widma bez utraty wysokiej rozdzielczości. Dlatego jest ona idealnym narzędziem dostarczania referencyjnych danych spektroskopowych oraz metrologii i detekcji gazu. Eliminacja efektów aparaturowych poprzez wyznaczenie widma z pomiaru cząstki zamiast amplitudy powinna umożliwić osiągnięcie dokładności podobnej do metod stosujących lasery diodowe o pracy ciągłej, przy jednoczesnym zachowaniu bezkonkurencyjnej szybkości i łatwiejszej możliwości przejścia do najsilniejszych pasm molekularnych w podczerwieni.