

# Wysokorozdzielcza spektroskopia pasma B tlenu do zastosowań w badaniach atmosfery ziemskiej

K. Bielska<sup>†</sup>, J. Domysławska, S. Wójtewicz, R. Ciuryło, D. Lisak

Instytut Fizyki, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,  
ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń

<sup>†</sup>email: [kbielska@umk.pl](mailto:kbielska@umk.pl)

W spektroskopii atmosfery ziemskiej szczególną rolę odgrywa widmo cząsteczki tlenu. Ze względu na stałą i niezależną od wysokości nad powierzchnią Ziemi zawartość procentową tlenu w atmosferze, jest ono wykorzystywane do określania profili temperatury i ciśnienia, oraz całkowitej ilości powietrza na drodze optycznej [1]. Z tego powodu dokładność referencyjnych parametrów kształtu linii widmowych tlenu bezpośrednio wpływa na pomiary stężeń gazów cieplarnianych, zanieczyszczeń powietrza i badania dynamiki procesów transferu energii w atmosferze. Spośród pasm absorpcyjnych tlenu, istotnych z punktu widzenia zdalnych obserwacji atmosferycznych, pasmo B ( $b^1\Sigma_g^+(v=1) - X^3\Sigma_g^-(v=0)$ ) zlokalizowane w zakresie widmowym około 690 nm, jest drugim co do natężenia po paśmie A i charakteryzują je natężenia linii widmowych około 15 razy mniejsze niż w paśmie A. Pasma B jest wykorzystywane na przykład do poprawy spójności informacji o chmurach w misjach satelitarnych EPIC-DISCOVER [2] i ESA Sentinel 5&5P oraz do pomiaru wysokości warstwy aerozolu atmosferycznego nad obszarami pokrytymi roślinnością [3]. Użycie pasma B razem z innymi pasmami cząsteczki tlenu poprawia dokładność wyznaczenia fluorescencji chlorofilu indukowanej przez Słońce, uzyskiwanej z instrumentów GOME-2 i SCIAMACHY [4].

Parametry kształtu absorpcyjnych linii widmowych z pasma B tlenu zaburzonego powietrzem zostały wyznaczone po raz pierwszy z wysokim stosunkiem sygnału do szumu i przeanalizowane z uwzględnieniem szeregu subtelnych efektów zderzeniowych obserwowanych w badanych widmach [5]. Dostępne do tej pory dane oparte były o uproszczony modelowy kształt linii, opisywany profilem Voigta. Pochodziły one z pomiarów wykonanych z względnie niskim stosunkiem sygnału do szumu, niektóre były uzyskane z przeskalowania odpowiednich parametrów otrzymanych dla linii z pasma A. Pierwsze dane pochodzące z pomiarów przeprowadzonych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych, które umożliwiły osiągnięcie wysokiego stosunku sygnału do szumu, dotyczyły około 20 linii zmierzonych techniką spektroskopii strat we wnęcie (CRDS, ang. *cavity ring-down spectroscopy*), w trzech temperaturach (288 K, 296 K oraz 328 K), co umożliwiło doświadczalne określenie zależności parametrów kształtu linii od temperatury [5]. Analiza danych została przeprowadzona przy użyciu zależnego od prędkości profilu Nelkina-Ghataka (SDNGP), który uwzględnia zależność rozszerzenia i przesunięcia linii widmowej od prędkości absorbera oraz zwięźnienie linii wynikające ze zderzeń zmieniających jego prędkość.

Analiza zależności parametrów wyznaczonych w pracy [5] od liczby kwantowej całkowitego momentu pędu stanu dolnego,  $J''$ , pozwoliła na interpolację wyników dla linii nieobjętych pomiarami i uzupełnienie parametrów dla przejść odpowiadających liczbie kwantowej  $J''$  do wartości 18 w gałęzi P oraz 13 w gałęzi R [6]. Dane te zostaną umieszczone w spektroskopowej bazie danych HITRAN (ang. *high-resolution transmission molecular absorption database*) [7], która jest obecnie przygotowywana do publikacji w edycji 2024.

## Literatura

- [1] V. H. Payne i in., J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer **255**, 107217 (2020).
- [2] B. Yin i in., Atmos. Meas. Tech. **13**, 5259–5275 (2020).
- [3] X. Xu i in., Atmos. Meas. Tech. **12**, 3269–3288 (2019).
- [4] J. Joiner i in., Atmos. Meas. Tech. **9**, 3939–3967 (2016).
- [5] K. Bielska i in., Spectrochim Acta A **303**, 123185 (2023).
- [6] E. M. Adkins i in., “Oxygen Satellite Paper for HITRAN 2024”, w przygotowaniu.
- [7] I. E. Gordon i in., J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer **277**, 107949 (2022).