

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОННО-ВОЗБУЖДЕННОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В СРЕДНИХ АТМОСФЕРАХ ТИТАНА И ЗЕМЛИ ^{*)}

Кириллов А.С.

Полярный геофизический институт, г. Анатиты, Россия, kirillov@pgia.ru

Молекулярный азот N_2 является основным по содержанию молекулярным газом в атмосферах Земли, Титана (спутник Сатурна), Тритона (спутник Нептуна) и Плутона. В атмосфере Земли второй по общей концентрации газ – молекулярный кислород O_2 , в атмосферах других упомянутых планет – это метан CH_4 .

Проведено исследование кинетики триплетных состояний $A^3\Sigma_u^+$, $V^3\Pi_g$, $W^3\Delta_u$, $V^3\Sigma_u^-$, $S^3\Pi_u$ молекулярного азота на высотах средней атмосферы Титана 50-250 км во время высыпания в атмосферу космических лучей. В расчетах учитывается внутримолекулярный и межмолекулярный перенос энергии электронов при неупругих столкновениях электронно-возбужденного молекулярного азота с молекулами N_2 , CH_4 и CO . Константы взаимодействия электронно-возбужденного молекулярного азота $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ с молекулами N_2 и CO рассчитаны согласно квантово-химическим приближениям и показывают хорошее согласие с имеющимися экспериментальными данными [1]. Исследовано взаимодействие электронно-возбужденных молекул N_2 с молекулами метана CH_4 , ацетилена C_2H_2 , этилена C_2H_4 , этана C_2H_6 в средней атмосфере Титана на высотах 50-250 км. Впервые показано доминирование реакций с метастабильным молекулярным азотом $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ в образовании радикалов C_2H и C_2H_3 на данных высотах [2].

Аналогичные кинетические расчеты с участием триплетного электронно-возбужденного молекулярного азота проведены для средней атмосферы Земли 30-80 км во время высыпания в атмосферу высокоэнергичных релятивистских электронов [3]. Рассчитаны константы взаимодействия метастабильного молекулярного азота $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ с молекулами кислорода O_2 и проведено сравнение с имеющимися экспериментальными данными [4]. Проведен расчет интенсивностей свечения полос первой положительной и второй положительной систем N_2 во время высыпания высокоэнергичных электронов. Показано, что происходит значительное понижение интенсивностей свечения полос первой положительной системы с уменьшением высоты из-за влияния столкновительных процессов на населенности колебательных уровней молекулы $N_2(V^3\Pi_g)$. Исследовано влияние межмолекулярных процессов переноса энергии с $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ на образование синглетного кислорода и свечение Атмосферных и Инфракрасных атмосферных полос O_2 на высотах средней атмосферы Земли.

Литература

- [1]. Kirillov A.S. Intermolecular electron energy transfer processes in the collisions of $N_2(A^3\Sigma_u^+, v=0-10)$ with CO and N_2 molecules. *Chemical Physics Letters*, 2016, v.643, p.131–136.
- [2]. Кириллов А.С., Вернер Р., Гинева В. Исследование электронной кинетики молекулярного азота в средней атмосфере Титана во время высыпания космических лучей. *Известия РАН. Серия физическая*, 2023, т.87, с.1056-1064.
- [3]. Kirillov A.S., Belakhovsky V.B. The kinetics of N_2 triplet electronic states in the upper and middle atmosphere during relativistic electron precipitation. *Geophysical Research Letters*, 2019, v.46, p.7734-7743.
- [4]. Kirillov A.S., Belakhovsky V.B. The kinetics of O_2 singlet electronic states in the upper and middle atmosphere during energetic electron precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*, 2021, v.126, e2020JD033177.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)