

Diagnosis de plasmas de aire en laboratorio como banco de prueba para la obtención de la temperatura del gas en plasmas de aire generados por Eventos Luminosos Transitorios

F. J. Gordillo-Vázquez¹, F. C. Parra-Rojas¹, M. Passas¹, E. Carrasco^{2,3},

A. Luque¹, I. Tanarro² y M. Simek⁴

e-mail: vazquez@iaa.es

¹ Departamento de Sistema Solar, Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA - CSIC), Granada, España

² Instituto de Estructura de la Materia (IEM - CSIC), Serrano 123, 28006 Madrid, España

³ Lehrstuhl für Physikalische Chemie II, Universität Erlangen-Nürnberg, Egerlandstr. 3, D-91058, Erlangen, Alemania

⁴ Institute of Plasma Physics v.v.i., Academy of Sciences of the CR, Za Slovankou 3, 18200 Praga, República Checa

La presencia de diferentes tipos de Eventos Luminosos Transitorios (TLE por sus siglas en inglés) en la alta atmósfera terrestre podría contribuir al calentamiento local del aire circundante a los TLEs. En particular, el calentamiento del aire sería posible en diferentes capas de la atmósfera cercana a los *streamers* (filamentos de plasma) de los *sprites*¹, *jets azules* normales y gigantes², así como en la transición entre *streamers* y *leaders* que se da en la base de los *jets azules* normales y gigantes³. En consecuencia, tanto las propiedades químicas como eléctricas de la alta atmósfera terrestre podrían verse influenciadas por estas posibles regiones calientes o "hot spots" asociadas con la presencia de TLEs.

Dependiendo de la altura, las especies responsables de las emisiones ópticas de los TLEs pueden cambiar entre ser mayoritariamente especies neutras excitadas como $N_2(B^3\Pi_g)$ y $N_2(C^3\Pi_u)$ a las mayores alturas (entre 55 km y hasta 85 km) a ser una mezcla de emisiones ópticas procedentes de especies neutras excitadas (principalmente $N_2(C^3\Pi_u)$) e iones excitados (principalmente $N_2^+(B^2\Sigma_u^+)$).

En esta contribución, estudiamos tres métodos diferentes que nos permiten determinar la temperatura del gas mediante técnicas espectroscópicas en plasmas de aire generados en el laboratorio a presiones comprendidas entre 0.1 mbar (equivalente a unos 70 km de altura) y 2 mbar (equivalente a unos 45 km de altura) usando (a) la banda rotacional R ($\Delta J = +1$) de la transición vibracional ($v' = 0, v'' = 0$) del primer sistema negativo del $N_2^+(B^2\Sigma_u^+)$ cuando la resolución espectral del espectrómetro es suficientemente elevada como para resolver la estructura rotacional (este es el llamado método de "Boltzmann plot")⁴, (b) un método propuesto por M. Simek en 1995 basado en el análisis de diferentes picos de intensidades que aparecen en transiciones vibracionales entre niveles bajos⁵, en particular en las transiciones (3,0), (2,0), (1,0) y (0,0) del primer sistema positivo del N_2 ó N_2 1PG que pueden ser resueltas con resoluciones espectrales medias (0.1 nm - 0.5 nm) y finalmente con (c) un método basado en el ajuste numérico de un espectro sintético al espectro observado (medido) de la envolvente de las bandas (v', v'') seleccionadas del primer sistema positivo del N_2 . Para implementar este método hemos desarrollado un programa para generar el espectro sintético del primer sistema positivo del N_2 .

Los espectros obtenidos en el laboratorio también se han usado para probar el instrumento que hemos llamado GRANada Sprite Spectrograph and Polarimeter (GRASSP) y que hemos desarrollado en nuestro grupo (www.trappa.es) del IAA - CSIC para comenzar a realizar campañas espectroscópicas de TLEs en España como soporte a la misión Atmospheric Space Interaction Monitor (ASIM) de la ESA que se lanzará en 2015. La resolución espectral de GRASSP es de 0.45 nm y cubre el rango espectral entre 650 nm y 760 nm.

Las investigaciones que hemos llevado a cabo en plasmas de aire generados en el laboratorio en condiciones de presión similar a las de alta atmósfera terrestre son de gran utilidad para probar diferentes métodos de diagnóstico espectral para obtener la temperatura del gas.

Algunos de estos métodos espectrales serán usados por GRASSP durante las campañas espectroscópicas de TLEs que se prevee comiencen en el verano de 2013. Además, los plasmas de aire generados en el laboratorio también han sido utilizados para determinar algunas propiedades de las especies emisoras (N_2) como la función de distribución vibracional de $N_2(B^3\Pi_g)$ cuyos valores han resultado ser parecidos a los obtenidos en los plasmas de aire generados por algunos TLEs (*sprites* y *halos*). Todo esto hace de los plasmas de aire generados mediante descargas DC en el laboratorio un buen banco de prueba para estudiar en el laboratorio algunas características espectroscópicas de los TLEs.

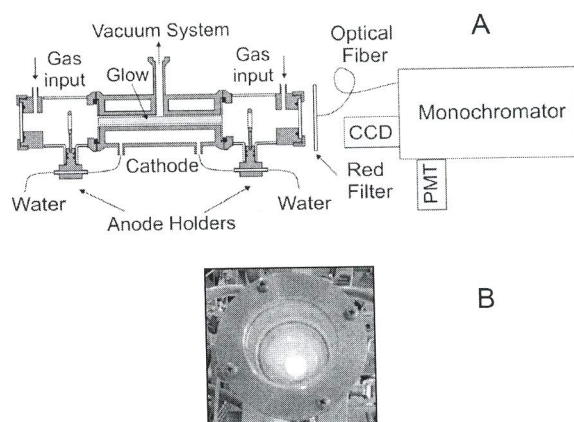


Figura 1. Set up experimental (A) de la descarga DC de cátodo hueco en aire usada para la diagnosis espectral y (B) una imagen del plasma de aire generado donde una emisión rosa más intensa se aprecia en el centro de la descarga.

Referencias

1. V. P. Pasko, U. S. Inan, T. F. Bell, *Geophys. Res. Lett.*, **25**, 2123, doi:10.1029/98GL01242 (1998).
2. E. M. Wescott, D. D. Sentman, H. C. Stenbaek-Nielsen, P. Huet, M. J. Heavner, D. R. Moudry, *J. Geophys. Res.*, **106**, 21, 549, doi:10.1029/2000JA000429 (2001).
3. J. A. Rioussset, V. P. Pasko, A. Bourdon, *J. Geophys. Res.*, **115**, A12321 (2010).
4. G. Herzberg, "*Molecular Spectra and Molecular Structure I. Spectra of Diatomic Molecules*", Van Nostrand Reinhold Co., New York, USA, 1950.
5. M. Simek, S. DeBenedictis, *Plasma Chem. Plasma Proc.*, **15**, 451-463 (1995).