Estudio sobre la transición entre regímenes de descarga DC oscura y glow en el aire entre dos electrodos planos circulares

Castroagudín Iñigo Manuel, Cipollone Fiorella Abril, Maschero Antonella, Gomez Julieta Sol
Departamento de Física (ECEN), FCEIA – Universidad Nacional de Rosario
e-mail: inigocastroagudin@hotmail.com, fiorella.cipollone@gmail.com, antomaschero@gmail.com, juligomezsol2@gmail.com

Introducción y objetivos

Al aplicar una diferencia de potencial V entre dos electrodos planos se puede producir la ruptura dieléctrica del aire. A valores pequeños de voltaje, se da una descarga oscura. Si V aumenta por encima del voltaje de ruptura V_B, se puede observar la transición a una descarga glow, que emite luz visible. Asumiendo un campo eléctrico uniforme, V_B viene dado por la ley de Paschen:

$$V_B = \frac{Bpd}{ln(\frac{pd}{(pd)_0}) + C}$$

B, C: Constantes asociadas al gas y material de los electrodos,
p: Presión,
d: Distancia entre electrodos,
$(pd)_0$: Valor fijo (1 Torr . mm)

Si luego se disminuye V, la transición hacia el régimen de descarga oscura tiene lugar cuando el voltaje desciende por debajo de un voltaje de extinción V_E.
El objetivo de este trabajo consistió en evaluar la relación de V_B y V_E con la presión y la distancia entre placas.

Metodología experimental

Se aplicó una diferencia de potencial continua a dos electrodos circulares [A] de radio (23,40±0,05)mm dentro de una cámara de vidrio sellada [B] de radio interno (26,40±0,05)mm a través de un transformador variable y un rectificador de corriente, primero aumentando el voltaje hasta observarse la descarga glow y luego disminuyéndolo hasta el apagado del plasma. Para una distancia entre electrodos fija d y distintos valores de presión en la cámara p, se registraron el voltaje de ruptura y extinción. La presión se midió con un sensor por conductividad térmica [C] conectado a un vacuómetro digital con una incerteza de 0,01Torr, y el voltaje mediante un multímetro digital con incerteza (0,8% +2V). El proceso se repitió para distintas distancias.

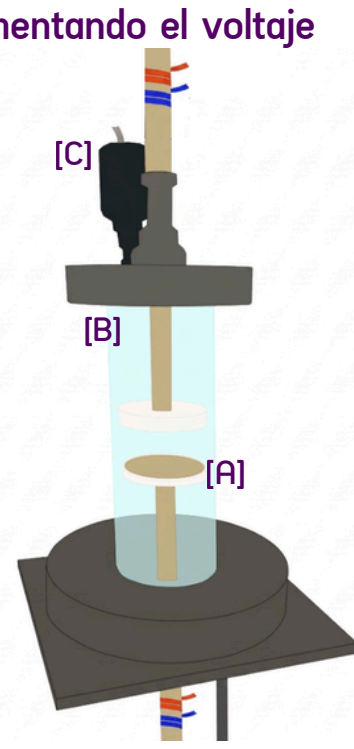


Figura 1: Dispositivo experimental.

Resultados

Voltaje de ruptura

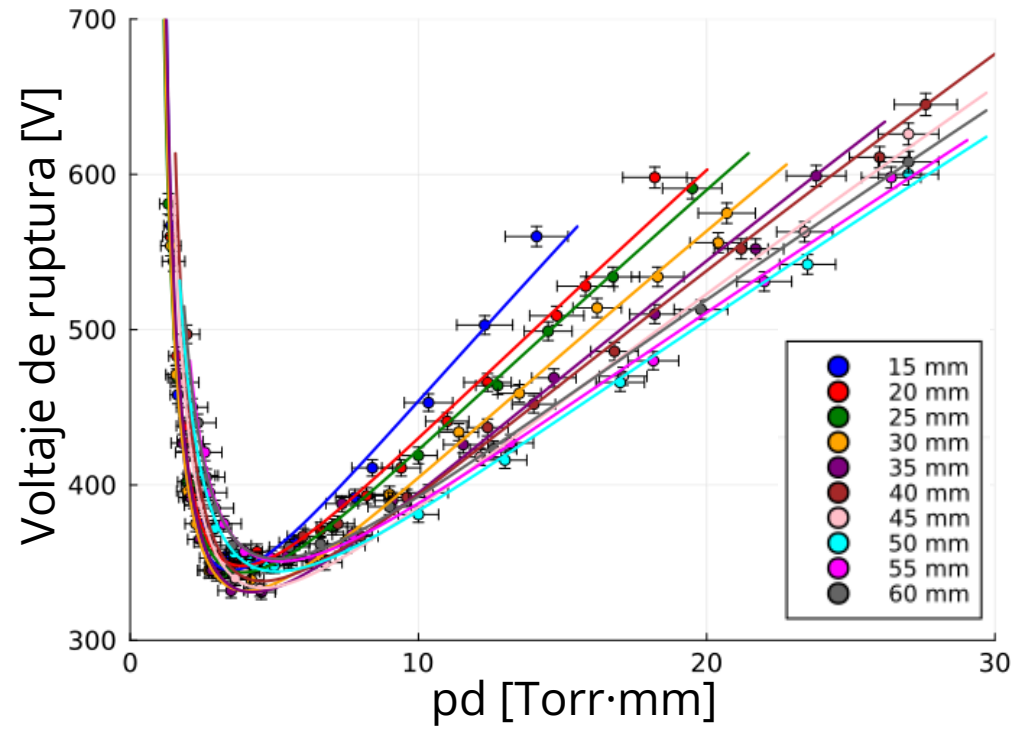


Figura 2: V_B en función de pd para distintas d, ajustado con la ley de Paschen. Se observa una diferencia entre las curvas correspondientes a cada d.

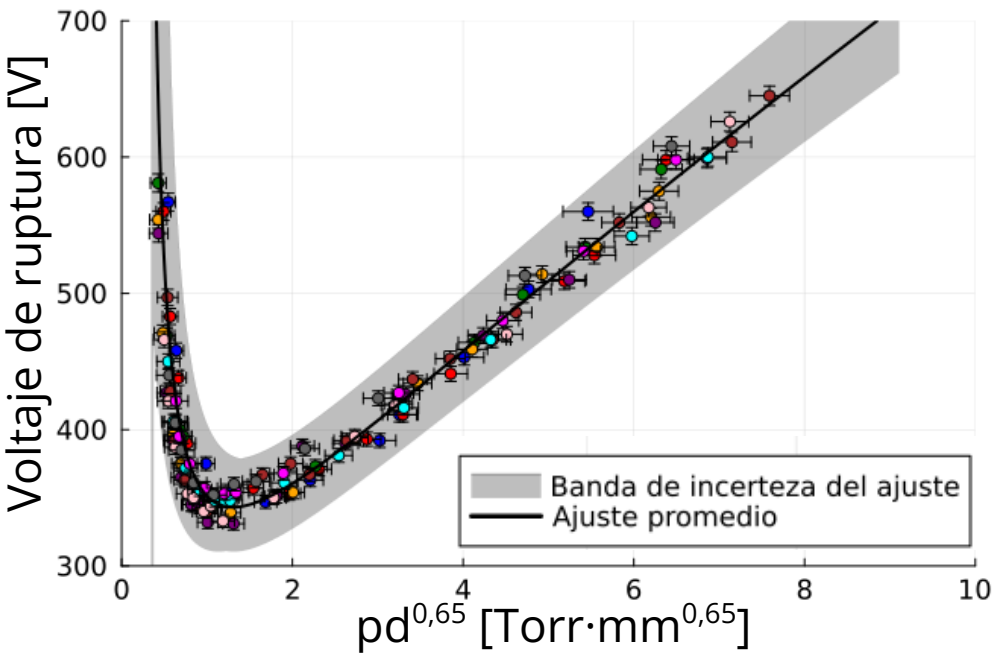


Figura 3: V_B en función de $pd^{0,65}$ para distintas d. El exponente añadido reduce visiblemente la distancia entre puntos, sobre los cuales se grafica un ajuste promedio representativo para todo d.

Voltaje de extinción

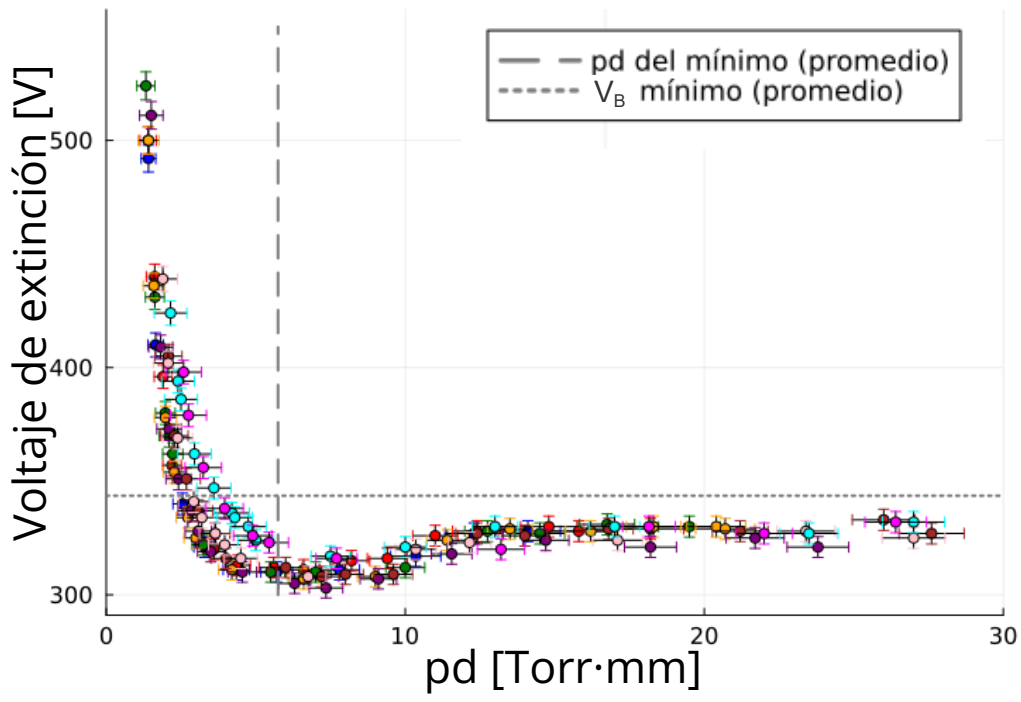


Figura 4: V_E en función de pd para distintas d, contrastado con valores promedio del mínimo de V_B.

Conclusiones

Si bien V_B en función del producto pd sigue una curva de Paschen para todo valor de d, las curvas son distintas para diferentes d. La introducción de un exponente de corrección en d reduce la diferencia entre ellas.
Por otro lado, se observa que V_E depende del producto pd. Al aumentar pd, decrece rápidamente hasta llegar a un mínimo, luego crece y después alcanza un valor constante.

Referencias y Bibliografía

[1] J.D. Cobine. "Gaseous conductors; theory and engineering applications." Dover Publications, 1958.
[2] J. Reece Roth. "Industrial Plasma Engineering." IOP Publishing Ltd., 1995.
[3] P. et al Mathew. "Experimental verification of modified Paschen's law in DC glow discharge argon plasma". En: AIP Advances 9.3 (2019). doi: 10.1063/1.5086246.

Agradecimientos

Expresamos nuestro inmenso agradecimiento a nuestro director Bernardo Gómez, a los técnicos del IFIR Federico Mateo y Emiliano Bolner, a la cátedra de Física Experimental III, la FCEIA y la UNR que nos permitieron llevar a cabo el experimento.