

# Estudio acústico del frenado magnético con un smartphone

Camila F. Marín-Sepúlveda<sup>1</sup>, Juan C. Castro-Palacio<sup>2</sup>, Isabel Salinas<sup>3</sup>, y Juan A. Monsoriu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales, Universitat Politècnica de València (cmarin@doctor.upv.es).

<sup>2,3,4</sup>Centro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València, España.

## Objetivos de la investigación

**General:** Comprobar que los smartphones constituyen una herramienta sencilla, motivadora y de bajo coste, al alcance de los alumnos y profesores, para el estudio de fenómenos acústicos en la enseñanza de la física.

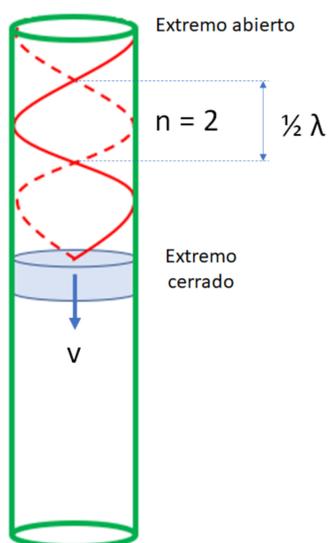
**Específicos:**

- Utilizar la resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae en el interior de un tubo de aluminio (no ferromagnético).
- Comparar la diferencia porcentual de la velocidad calculada utilizando un método alternativo.
- Validar la posible utilización de la experiencia presentada en este artículo como práctica de laboratorio para los primeros cursos de física en el nivel universitario, de igual manera que han sido utilizados otros trabajos publicados sobre otros temas [1].

## Montaje experimental



## Esquema de la experiencia

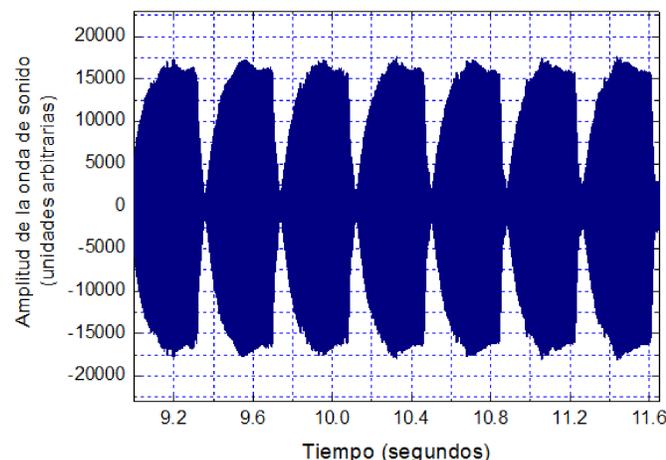


**Longitud resonante:**

$$L_n = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4}; \text{ with } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Donde cada vez que el imán alcanza una distancia  $L_n$  se produce un nodo

## Amplitud del sonido



Nodos detectados por el micrófono del smartphone mientras cae el imán

## Determinación de la velocidad terminal del imán

Con referencia la longitud de un nodo determinado ( $n=0$ )

$$L_n - L_0 = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4} - \frac{\lambda_n}{4} = \frac{\lambda_n}{2} n$$

### Expresión utilizada para cálculos

$$\Delta t_n = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4v} - \frac{\lambda_n}{4v} = \frac{\lambda_n}{2v} n$$

Con  $\Delta t_n$ : tiempo transcurrido respecto al nodo  $n=0$   
 $v$ : velocidad del imán que cae  
 $\lambda_n = v_s/f_n = 0.1818 \text{ m}$  [2] [3]

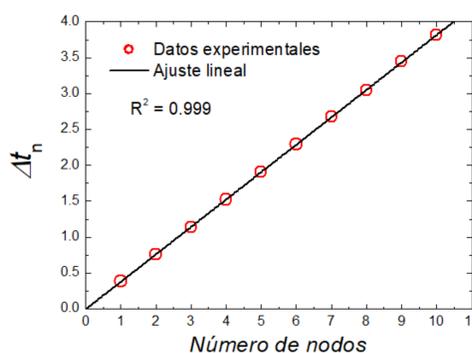
Y suponiendo un rápido alcance de MRU tras entrar el imán al tubo

$$L_n - L_0 = v(t_n - t_0) = v\Delta t_n$$

### Valores $\Delta t_n$ calculados en función del nº de nodo, $n$

$n$	$t_n$ (s)	$\Delta t_n = (t_n - t_0)$ (s)
0	10.126	0
1	10.597	0.387
2	10.877	0.755
3	11.262	1.139
4	11.646	1.523
5	12.030	1.908
6	12.415	2.292
7	12.799	2.677
8	13.166	3.043
9	13.567	3.445
10	13.934	3.812

### Ajuste lineal $\Delta t_n$ de los últimos 10 nodos



Ecuación resultante del ajuste:  $\Delta t_n = (0.3819n - 0.0026) \text{ s}$   
 con  $R^2 = 0.999$  y  $\lambda_n/(2v) = 0.3819$   
 Velocidad del imán que cae,  $v = 0.2380 \text{ m/s}$ .

### Método alternativo de comparación

Se realizan 7 mediciones del tiempo total de desplazamiento del imán a través del tubo con un cronómetro

Datos obtenidos:  
 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s

Luego,  
 Tiempo medio resultante: 6.477 s  
 Longitud del tubo: 1.524 m

La velocidad media resultante:  $v = 0.2353 \text{ m/s}$ .

## Resultados y posibles utilidades

La diferencia porcentual entre ambas velocidades es del 1.14 %, lo que confirma el hecho de que la velocidad terminal se alcanza muy pronto después que el imán comienza su movimiento dentro del tubo.

Los sensores de micrófono y altavoces del smartphone han demostrado ser adecuados para realizar este experimento de física para cursos introductorios de este fenómeno de acústica.

## Referencias

- [1] Castro-Palacio, J.C., Velazquez-Abad, L., Gimenez, M. H. y Monsoriu, J. A. (2013). Using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments on free and damped harmonic oscillations. Am. J. Phys. 81, 472–475.
- [2] Jason Niu, Z. and Luo, D. (2022). Measurement of the Velocity of Sound Through Resonance in Air Columns as a Homemade Experiment. Phys. Teach. 60, 114.
- [3] MacLatchy, C. S., Backman, P. y Bogan, L. (1993). A quantitative magnetic braking experiment. Am. J. Phys. 61, 1096.