

19_22 de julio, 2022
Universitat Politècnica de València
LIBRO DE ACTAS

JULIO 2019

TÍTULO

LIBRO DE ACTAS CUIEET_29

EDITORAS

Vanesa Paula Cuenca Gotor¹

Begoña Sáiz Mauleón²

DISEÑADORES

Olga Ampuero Canellas³

José Armijo Tortajada³

Jimena González Del Río Cogorno³

Begoña Jordá Albiñana³

Begoña Sáiz Mauleón²

Nereida Tarazona Belenguer³

Irene Badía Madrigal⁴

Carlos García Corredor⁴

Rita Julia Górriz Salanova⁴

Walid Husam Jabr Herrera⁴

Empar Martí Andreu⁴

Pablo Mirón Hernández⁴

Inés Mondragón Pons⁴

Victoria Olcina Marcos⁴

Pablo Tortosa Juanes⁴

Pau Yániz González⁴

¹Departamento de Física Aplicada

²Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica

³Departamento de Ingeniería Gráfica

⁴YUDesign

© De la edición: CUIEET_29

© Del texto: Los autores y autoras. El contenido de los artículos publicados en esta obra son responsabilidad exclusiva de los autores y autoras

Editorial: Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Universitat Politècnica de València

Camino de Vera, s/n - 46022, Valencia. España

Tel +34 963877181

Web <https://cuiet29.webs.upv.es>

ISBN: 978-84-09-41232-7

Julio, 2022. Valencia. España



Esta obra se encuentra bajo una Licencia Creative Commons
Atribución – NoComercial - SinObraDerivada 4.0 Internacional.

| | |
|--|------------|
| Análisis de las video-clases como recurso en la docencia de contenidos de fabricación aditiva. Amabel García Domínguez, Jorge Ayllón, Álvaro Rodríguez-Prieto, Iñaki García-Diego, Carlos Capdevila, Ana María Camacho y Juan Claver ... | 220 |
| El aprendizaje de inglés a través de la clase inversa con un curso online y debate. Ana Gimeno Sanz | 226 |
| Fabricación Aditiva como herramienta integradora de competencias. J.A. García-Manrique, C. Gascón, y P. Castelló..... | 232 |
| 2. Transformación Social | 238 |
| Sesión Plenaria a cargo de Ignacio Mártel de la Plaza | 239 |
| Investigación en las competencias y temáticas de Trabajos Fin de Grado en Ingeniería Naval. Pablo Romero Tello, Jerónimo A. Esteve Pérez, Carlos A. Mascaraque Ramírez y José Enrique Gutiérrez Romero | 240 |
| Metodología de aprendizaje basado en problemas para la innovación docente en estudios de Bioingeniería. Santiago Ruiz-Martínez, Joan San, y Teresa Puig | 245 |
| Una experiencia para introducir la competencia de Planificación y Gestión del Tiempo en un grado de ingeniería. Juan P. Peña Martín, Carmen García Berdonés, M ^a del Carmen Doblas Navarro, Ana M ^a Cáceres Cansino, Fernando Heredia-Sánchez y Davinia Trujillo Aguilera..... | 251 |
| Programa de Mentoría universitario: buscando educación de calidad. Ana Isabel Tarrero Fernández, Marisa Fernando Velázquez y Esperanza Alarcia Estévez..... | 257 |
| Análisis de la formación en ODS en la titulación de Máster Universitario en Ingeniería Industrial de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. Gabriela Bracho, Xavier Blasco, Juan Dols, Julien Maheut, Modesto Pérez-Sánchez, Amparo Ribes-Greus, Francisco Rubio, José F. Villanueva, María Sancho y Ángel Ortiz | 263 |
| Análisis de la formación en ODS en la titulación de GITI de la ETSII de la Universitat Politècnica de València. A.M. Pedrosa, J.L. Díez, E. Klyatskina, S. Bernal-Pérez, A. Bayón, J. Giner-Navarro, A. López-Jimenez, M. Sancho, J.F. Villanueva y A. Ortiz .. | 269 |
| Estudiantes Flip-active en Expresión Gráfica. Resultados de una primera experiencia de combinación Flipped classroom-OCW. I. Herrero a, J. López, M. Iturrondobeitia, P. Jimbert y U. Llano | 275 |
| Métodos cuantitativos para estudiar la carga de trabajo de los estudiantes. Luisberis Velazquez Abad, Boris Atenas Nuñez, y Juan Carlos Castro Palacio | 281 |
| Colaboración entre PAS y PDI para el desarrollo de competencias genéricas: primeros resultados y lecciones aprendidas. M ^a del Carmen Doblas Navarro, Ana M ^a Cáceres Cansino, Fernando Heredia-Sánchez, Juan P. Peña Martín, Carmen García Berdonés y Davinia Trujillo Aguilera..... | 285 |

Caracterización acústica del frenado magnético con un smartphone

Camila F. Marín-Sepúlveda^a, Ives Torriente-García^b, Juan C. Castro-Palacio^c, Isabel Salinas^d y Juan A. Monsoriu^e

^aCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, cmarin@doctor.upv.es), ^bCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, itorgar@doctor.upv.es), ^cCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, juancas@upvnet.upv.es), ^dCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, isalinas@fis.upv.es) y ^eCentro de Tecnologías Físicas, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 València (España, jmonsori@fis.upv.es).

Abstract

In this article we will use the resonance of sound waves in a column of air to calculate the terminal velocity of a magnet falling inside an aluminium tube. The sound waves are generated and analysed with a smartphone. The comparison with the velocity obtained using an alternative method yields a 1.14 % of percentage difference. This result validates the possible use of the experience presented in this article as a physics laboratory for the first physics courses at the university level.

Keywords: smartphones, magnetic braking, acoustic characterization.

Resumen

Utilizaremos 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). Se utiliza un smartphone para generar y analizar las ondas sonoras. De la comparación con la velocidad calculada utilizando un método alternativo se obtiene una diferencia porcentual de 1.14 %, lo que valida la posible utilización de la experiencia presentada en este artículo como práctica de laboratorio.

Palabras clave: smartphones, frenado magnético, caracterización acústica.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los sensores de los smartphones han demostrado ser adecuados para realizar experimentos de Física en los cursos introductorios de física y de primer año de la universidad (Castro-Palacio et al., 2013). Los trabajos publicados cubren un amplio abanico de temas dentro de la Física General, tales como los movimientos lineales y circulares (Salinas et al., 2020), oscilatorios, batido acústico y mecánico, acústica (Jason Niu & Luo, 2022), óptica (Barreiro et al., 2014), entre otros. Estos experimentos potencian la motivación y la independencia de los alumnos, al mismo tiempo que se les muestran los conceptos y fenómenos de la física de una forma poco habitual.

El micrófono y los altavoces han sido especialmente útiles para estudiar fenómenos acústicos, como la determinación de la velocidad del sonido (Jason Niu & Luo, 2022) o el estudio del batido acústico. Las ondas de sonido se han utilizado con éxito para estudiar movimientos lineales y oscilatorios mediante el efecto Doppler.

El objetivo de este trabajo consiste en *utilizar la resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae dentro de un tubo no ferromagnético (de aluminio)*. Se trata de una demostración típica de clase cuando se introduce el tema de la Ley de Inducción de Faraday. El frenado magnético de un imán dentro de un tubo no ferromagnético (por ejemplo, de aluminio o cobre) sigue un modelo similar al del cuerpo que cae en el aire (Resnick et al., 2001). Cuando el imán se deja caer en el tubo vertical, experimenta una fuerza en contra proporcional a la velocidad creciente. Muy pronto, la fuerza de frenado se aproxima al peso, lo que conduce a un movimiento lineal uniforme con una velocidad terminal constante. El frenado magnético ha sido estudiado en trabajos anteriores de manera teórica y experimentalmente (MacLatchy et al., 1993), también utilizando técnicas digitales como el análisis de vídeo.

METODOLOGÍA

La Fig. 1 muestra el montaje experimental utilizado para el experimento. En la parte izquierda de la figura se muestran el teléfono móvil, el imán y el tubo de aluminio. El diámetro del imán se ajusta al diámetro interior del tubo, pero de forma tal, que sigue existiendo una fina capa de aire entre el tubo y el imán. La longitud del tubo es de 1.524 m y su diámetro interior de 0.021 m. El diámetro del imán es de 0.197 m y su altura de 0.058 m. En la parte derecha de la figura se representa un esquema del tubo con la onda estacionaria producida al caer el imán. El teléfono inteligente se utiliza aquí con un doble propósito, es decir, para generar la onda de sonido sinusoidal de una sola frecuencia y para registrar la onda estacionaria producida entre el extremo abierto y el extremo cerrado, que consiste en el movimiento del imán por el interior del tubo. Para la generación de la onda de sonido sinusoidal se ha utilizado la aplicación gratuita para Android Physics Toolbox Suit (Physics Toolbox Suite, 2022) (Fig. 1). Cuando el imán desciende en el tubo vertical no ferromagnético, se producen variaciones en la amplitud del sonido. Estas variaciones se registraron grabando el sonido con la aplicación Voice Recorder, comúnmente incorporada en los smartphones que portan sistema operativo Android.

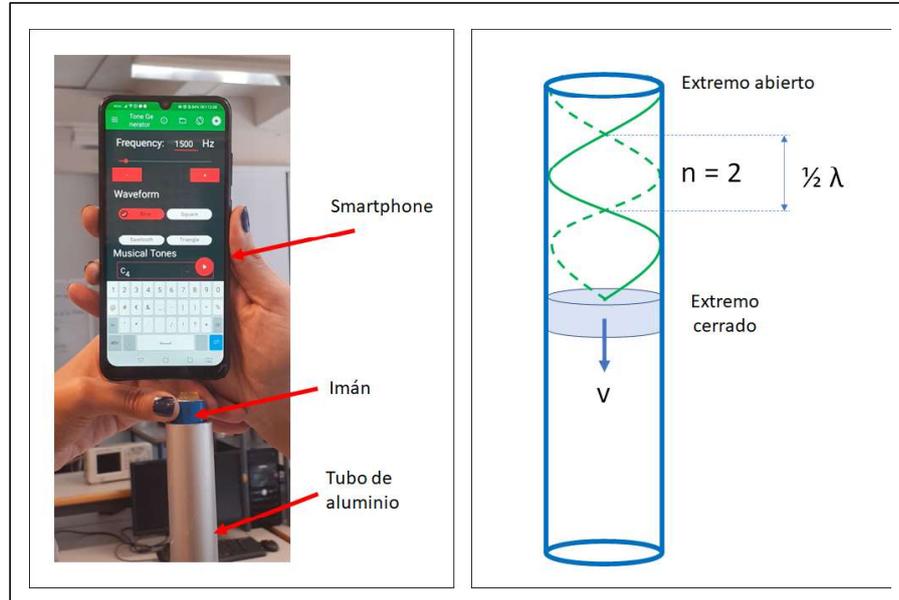


Fig. 1. Montaje experimental a la izquierda y representación esquemática del tubo de aluminio, el imán y la onda estacionaria a la derecha.

El sistema descrito puede modelarse mediante una columna de aire de extremo abierto en la que se producen resonancias según la siguiente expresión:

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

Cada vez que el imán alcanza una longitud resonante, L_n , es decir, una longitud que es igual a un número impar de $\frac{\lambda_n}{4}$, se produce un nodo. Aquí λ es la longitud de onda de la onda sonora.

Este nodo es detectado en nuestro experimento con el micrófono y registrado con la aplicación Voice Recorder. Para obtener los mejores resultados, el laboratorio donde se desarrolle el experimento debe permanecer en silencio durante los experimentos.

RESULTADOS

La Fig. 2 muestra el archivo ".wav" grabado con la aplicación móvil. La amplitud de la onda sonora se representa en función del tiempo. Los nodos son claramente visibles a lo largo de la curva.

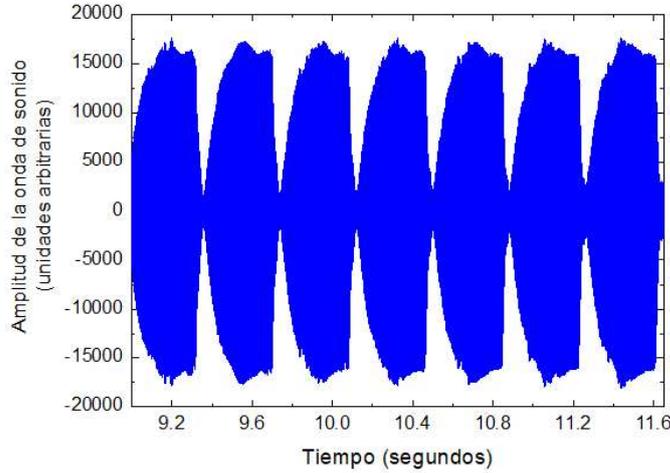


Fig. 2. Audio grabado con el smartphone mientras el imán caía dentro del tubo. El gráfico representa la amplitud del sonido frente al tiempo.

Tomando como referencia la longitud de un nodo determinado ($n = 0$),

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

Y suponiendo a que se alcanza un movimiento rectilíneo uniforme muy rápidamente después de que el imán entre en el tubo, la siguiente expresión $L_n - L_0 = v(t_n - t_0) = v\Delta t_n$ se puede sustituir en la Ec. (2), para obtener,

$$\Delta t_n = \frac{\lambda_n(2n+1)}{4v} - \frac{\lambda_n}{4v} = \frac{\lambda_n}{2v} n \quad (3)$$

donde v es la velocidad del imán que cae y Δt_n el tiempo transcurrido desde que se produce un nodo tomado como referencia hasta cada uno de los nodos consecutivos posteriores. La longitud de onda en la ecuación (3) se calcula como $\lambda_n = v_s/f_n = 0.1818 \text{ m}$, donde $v_s = 345.48 \text{ m/s}$ (Speed of Sound Calculator, 2022) es la velocidad del sonido a 24 °C (temperatura ambiente) y $f_n = 1900 \text{ Hz}$ es la frecuencia establecida en el generador de tonos de sonido de la aplicación móvil Physics Tool Sensor Suite. Los valores de Δt_n calculados según la ecuación (3) se incluyen en la tabla I en función del número de nodo, n .

Tabla I. La primera columna muestra un número que identifica a los nodos consecutivos, la segunda el tiempo transcurrido correspondiente y, la tercera, el tiempo transcurrido respecto al nodo $n = 0$ tomado como referencia.

| 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 |

La Fig. 3 muestra un ajuste lineal aplicado al tiempo transcurrido desde que se produce un nodo tomado como referencia ($n = 0$) hasta cada uno de los nodos consecutivos (Δt_n) frente a $n = 1, 2, 3, 4, \dots$. Para realizar el gráfico se han utilizado los últimos 10 nodos de los 16 dados en el tubo. La ecuación resultante del ajuste es $\Delta t_n = (0.3819n - 0.0026)$ s con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.999$. Según la ecuación (3), la pendiente es $\frac{\lambda_n}{2v} = 0.3819$, a partir de la cual se puede calcular la velocidad del imán que cae, $v = 0.2380$ m/s.

Para comparar, se ha utilizado un método alternativo para calcular la velocidad del imán que cae en el interior del tubo. El tiempo total de desplazamiento del imán a través del tubo de 1.524 m de longitud se ha medido 7 veces con un cronómetro. El tiempo medio resultante es de 6.477 s (utilizando los valores 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.48 s, 6.47 s, 6.48 s). La velocidad media resultante con este método fue de 0.2353 m/s. 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.

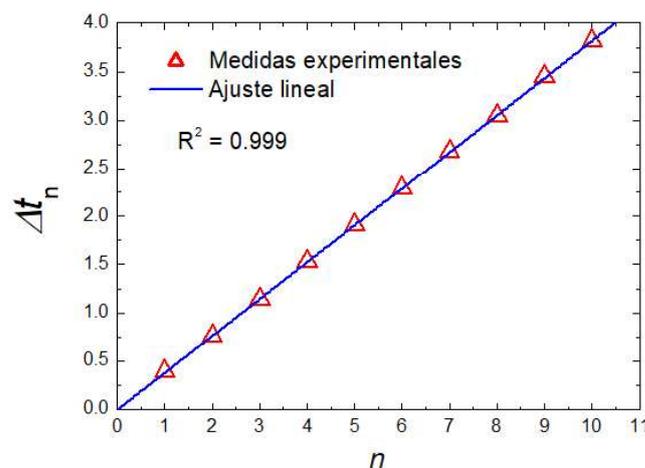


Fig. 3. Tiempo transcurrido desde un nodo tomado como referencia hasta cada uno de los nodos consecutivos. En el gráfico se han utilizado los últimos 10 nodos de los 16 que aparecen a lo largo de la longitud del tubo.

CONCLUSIONES

La resonancia de las ondas sonoras en una columna de aire se ha utilizado para estudiar la velocidad terminal de un imán que cae en el interior de un tubo de aluminio (no ferromagnético). Las ondas de sonido han sido generadas y analizadas utilizando un teléfono inteligente. De la comparación con la velocidad calculada utilizando un método alternativo se obtiene una diferencia porcentual de 1.14 %, lo que valida la posible utilización de la experiencia presentada en este artículo como práctica de laboratorio para los primeros cursos de física en el nivel universitario.

REFERENCIAS

- 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.
- Salinas, I., Monteiro, M., Martí, A.C., and Monsoriu, J. A. (2020). Analyzing the Dynamics of a Yo-Yo Using a Smartphone Gyroscope Sensor. *Phys. Teach.* 58, 569.
- 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.
- Barreiro, J.C., Pons, A., Barreiro, J. C., Castro-Palacio, J. C. y Monsoriu, J. A. (2014). Diffraction by electronic components of everyday use. *Am. J. Phys.* 82, 257-261.
- Resnick, R., Halliday D. y Krane, K. (2001). *Physics*, 4th ed. CECOSA, Mexico.
- MacLatchy, C. S., Backman, P. y Bogan, L. (1993). A quantitative magnetic braking experiment. *Am. J. Phys.* 61, 1096.
- Physics Toolbox Suite, Vieyra Software (22 de mayo de 2022), <https://play.google.com/store/apps>.
- Speed of Sound Calculator. National Weather Service of the US. (22 de mayo de 2022), https://www.weather.gov/epz/wxcalc_speedofsound.