



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Miguel Ángel Rodríguez Valverde

Departamento y Área de Conocimiento: Física Aplicada

Cotutor/a: Alberto Martín Molina

Departamento y Área de Conocimiento: Física Aplicada

Título del Trabajo: Estudio de las curvas de Lissajous mediante la elaboración de una práctica de Mecánica

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	X
2. Estudio de casos teórico-prácticos	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo: Con este TFG, lo que se pretende es poner en marcha una nueva práctica para el laboratorio de Mecánica del Departamento de Física Aplicada. En concreto se trata de una ilustración de las curvas de Lissajous, las cuales se producen debido a oscilaciones que se dan simultáneamente en un mismo cuerpo en direcciones perpendiculares entre sí. Cuando las frecuencias de las oscilaciones cumplen una relación de proporcionalidad racional (frecuencias conmensurables), las curvas serán cerradas (movimiento periódico) y dentro de éstas, cuando las frecuencias son idénticas, se obtiene una elipse degenerada en una recta o circunferencia según sea el desfase entre oscilaciones perpendiculares. Esta práctica, para la asignatura “Mecánica y Ondas” del grado en Física, reforzará el tema de movimiento oscilatorio (superposición de movimientos) y el tema de fuerzas centrales (oscilador armónico 2D, órbitas cerradas). El montaje experimental inicial consistirá en hacer oscilar un cuerpo ligero unido a cuatro muelles dispuestos en forma de cruz y registrar su movimiento con una webcam o un dispositivo móvil para analizarlo después con el programa *Tracker*. El estudiante diseñará y pondrá a punto el montaje y la metodología a seguir. Asimismo, realizará un análisis teórico del experimento a partir de las ecuaciones diferenciales correspondientes, según las condiciones iniciales y frecuencias naturales en cada dirección. Finalmente, se elaborará un programa computacional para realizar el cálculo numérico de la transformada de Fourier rápida (FFT) de los datos experimentales en cada dirección.

Objetivos planteados:

- Ilustrar el fenómeno de la superposición de movimientos oscilatorios perpendiculares mediante las curvas de Lissajous.
- Analizar teóricamente la superposición de movimientos oscilatorios perpendiculares, resolviendo para ello las ecuaciones diferenciales que determinan el movimiento bidimensional.
- Realizar un programa de cálculo numérico que permita resolver la FFT con la que analizar los datos obtenidos en la práctica

Metodología:

Campus Fuentenueva
Avda. Fuentenueva s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242902
fisicas@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias



Diseño de la experiencia: elección de muelles (longitud, constante de rigidez, razones entre constantes 1:1, $\sqrt{2}$:1, $\sqrt{3}$: $\sqrt{2}$...), marco con fondo blanco y elección de cuerpos (masa, sujeciones a los muelles). Como el movimiento puede llegar a ser muy rápido para mitigar la fricción existente, la práctica puede requerir la captura de vídeos SloMo con dispositivos móviles (120/240 fps). Los vídeos se tratan con el programa Tracker con el que se realiza el seguimiento (tracking) del móvil. El estudio teórico permitirá predecir las condiciones iniciales más adecuadas (desplazamiento inicial y velocidad inicial) para reproducir diferentes figuras de Lissajous con un conjunto masa-muelles dado. Se busca reproducir rectas, circunferencias, elipses orientadas, elipses inclinadas, curvas cerradas sencillas y alguna curva abierta. La trayectoria x-y experimental de un ciclo estable debe permitir, gráficamente, obtener información de la razón entre frecuencias así como del desfase entre movimientos independientes (elipse). Para validar estas medidas, usando los conocimientos adquiridos en la asignatura de Métodos Numéricos y Simulación, se implementará la transformada de Fourier rápida de las señales x e y obtenidas experimentalmente y un protocolo de ajuste no lineal (gnuplot) de cada señal sinusoidal para determinar el desfase entre ambas, su amplitud y frecuencia. Finalmente, se redactará un guión de práctica.

Bibliografía:

1. “Adventures with Lissajous figures”, Greenslade, Thomas Boardman, author., Morgan & Claypool Publishers, publisher., Institute of Physics (Great Britain), publisher. San Rafael California 40 Oak Drive, San Rafael, CA, 94903, USA : Morgan & Claypool Publishers, 2018
2. “Numerical calculation for physics laboratory projects using Microsoft EXCEL®,” Cho, Shinil, author., Institute of Physics (Great Britain), publisher. Bristol England Temple Circus, Temple Way, Bristol BS1 6HG, UK : IOP Publishing, 2019
3. Tracker <https://physlets.org/tracker>
4. “Análisis de señales para la detección de armónicos basado en el espacio complejo.” CONTRERAS-HERNANDEZ, Jose L., autor, ALMANZA-OJEDA, Dora L., coautor, IBARRA-MANZANO, Mario A., coautor; Revista de Simulación Computacional. 2019 3-7: 1-4
5. “Applying the Uniform Resampling (URS) Algorithm to a Lissajous Trajectory: Fast Image Reconstruction With Optimal Gridding”, Hisamoto Moriguchi, Michael Wendt, and Jeffrey L. Duerk; Magnetic Resonance in Medicine 44:766–781 (2000)
6. “Theoretical and experimental study of the normal modes in a coupled two-dimensional system”, M.H. Giménez, author, J.C. Castro-Palacio, author, J.A. Gómez-Tejedor, author, L. Velázquez, author, J.A. Monsoriu, author; Revista Mexicana de Física E 63 (2017) 100–106
7. “The study of two-dimensional oscillations using a smartphone acceleration sensor: example of Lissajous curves”, Luis Tuset-Sanchis, Juan C. Castro-Palacio, José A. Gómez-Tejedor, Francisco J. Manjón, Juan A. Monsoriu; 2015 Phys. Educ. 50 580

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Juan Antonio García Castillo

Granada, 10 de Junio 2020