

ESTUDIO DE LA CAÍDA DE UN CUERPO UTILIZANDO FOTOPUERTAS DE BAJO COSTO¹

Study of a body fall using low-cost photogates

Mealla Sánchez, Luis Enrique², Parra Pacheco, Luis Felipe³

1 Proyecto de investigación “Aplicaciones Didácticas Asistidas de bajo costo para el laboratorio de Física”, proyecto en especie del Departamento de Investigaciones y Transferencia, Universidad Autónoma del Caribe.

2 Universidad Autónoma del Caribe. Contacto: luis.mealla@uac.edu.co

3 Estudiante de Ingeniería Mecatrónica - UAC.

Resumen:

Se presenta una aplicación utilizando una tarjeta Arduino™ para medir tiempos entre oscurecimientos en distintas fotopuertas cuando cae una esfera metálica a través de un líquido. El registro de los tiempos permite calcular la velocidad media y la instantánea en las distintas posiciones de fotopuertas, esa velocidad se ajusta según la posición para poder calcular la velocidad límite transformando la experiencia en una de movimiento uniforme rectilíneo y también, para esa condición, con el valor de la velocidad se puede calcular la viscosidad del líquido.

Palabras clave

Caida de cuerpos, fotopuertas, Arduino™

Abstracts

An application is presented using Arduino™ card to measure the time between different photogates obscurations when a metal ball falls through a liquid. Recording time allows calculate the average speed and the instantaneous in different positions photogates, that speed is adjusted according to the position to calculate the speed limit transforming experience a rectilinear uniform motion and, for this condition, with the velocity value can be calculated viscosity liquid.

Keywords

Falling bodies, photogates, , Arduino™

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información (TICs) se han posicionado como un conjunto de herramientas valiosas que posibilita la mejora del proceso educativo cuando se aplican en la enseñanza de las ciencias a nivel universitario [1]. El uso intensivo del computador, celular, tabletas en el salón de clase y en el trabajo indirecto, el acceso a información en la red, el trabajo con software específico en cada disciplina son indicadores que esta herramienta ha incursionado con fuerza en el campo de la educación universitaria. Pontes [1] se refiere a esta herramienta de la siguiente manera: “la búsqueda de soluciones para los problemas educativos planteados en el campo de la didáctica de las ciencias mediante el uso de las TICs y el desarrollo de métodos y estrategias de trabajo docente que permitan utilizar los recursos informáticos como instrumentos de aprendizaje significativo”.

En la formación de estudiantes en ciencias las Tics pueden ser utilizadas para que el estudiante desarrolle tres tipos de habilidades: Conceptuales, relacionadas con la adquisición de conocimientos teóricos mediante el acceso a la información específica de cada disciplina. Procedimental, relacionada con el aprendizaje de procedimientos científicos y el desarrollo de destrezas intelectuales; ligadas a la aplicación del método científico. Por ultimo las destrezas de tipo actitudinal están ligadas con la adquisición de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia tales como el interés y la motivación.

Pontes [1] propone una de las herramienta para desarrollar la habilidades de tipo procedimental: el uso de laboratorios asistidos por computador, compuesto por un sistema de toma de datos ligado a un equipo para manipular esa información (PC). Los resultados y análisis se exponen de forma clara y ordenada precisando los puntos más importantes. Se pueden incluir tablas, dibujos, fotografías y esquemas que soporten el escrito. En el análisis, se deben explicar y comentar los datos presentados y validar o rechazar hipótesis generadas, comparando con trabajos publicados anteriormente sobre el mismo tema.

En este mismo orden de ideas, el uso de fotopuertas para la medición de la velocidad es utilizado en la mayoría de las experiencias de laboratorio de física. Comercialmente su costo es elevado, por lo tanto, varios autores buscaron alternativas utilizando materiales de bajo costo. Ejemplo de ello es el trabajo de Galeriu [2], quien realizó la medición de curvas de posición en función del tiempo utilizando fotopuertas compuestas de diodos infrarrojos y fototransistores,

a partir de materiales muy baratos logra realizar mediante la comunicación de los sensores y ArduinoTM, medidas de calidad que permiten calcular velocidad y aceleración. R. O. Christiansen et al. [3], desarrollaron un dispositivo sencillo y de bajo costo para adquisición de datos utilizando una placa Arduino. Utilizo dos fotopuertas para determinar tiempos de recorrido de un carrito en un riel inclinado al cual se le modificaba la masa en cada registro. Se utilizó este dispositivo para calcular el valor de la gravedad mediante el ajuste lineal entre el peso y la masa.

Se propone una experiencia para medir la viscosidad de un líquido utilizando medidas de velocidad proporcionadas por tres fotopuertas que se comunican con la placa ArduinoTM para registrar tiempos.

Cuando un cuerpo cae en el seno de un fluido, experimenta una desaceleración que se describe por la ecuación:

$$bv + \rho_l g V_c - mg = ma \quad (1)$$

El peso del objeto es contrarrestado por dos fuerzas que se oponen al movimiento, la resistencia del fluido por fricción y la fuerza de flotación. Si el objeto es una esfera, se utiliza la ley de Stokes [4] para describir al coeficiente que acompaña a la velocidad en la fuerza de fricción. Este coeficiente está expresado en función del radio de la esfera y de la viscosidad. Además, se puede expresar la masa del cuerpo en función de su densidad.

$$6\pi r\eta v + \rho_l g V_c - \rho_c g V_c = ma \quad (2)$$

Esta experiencia pretende proporcionar una buena forma de mostrar al estudiante la transformación de un movimiento de acelerado a uniforme mediante la medición de la velocidad, añadido a esto, la posibilidad de medir la viscosidad del líquido en donde se desarrolla la experiencia.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

La caída de un objeto esférico a través de un fluido es un movimiento retardado, hasta que alcanza el valor de la velocidad límite, donde se supone que la rapidez es constante.

Por otra parte, medir esta velocidad implica medir distancias y tiempos. Los tiempos se miden utilizando fotopuertas compuestas por fotorresistencias y láseres. Un conjunto de fotopuertas operacionales que permite medir el tiempo entre oscurecimientos cuando un objeto pasa a través de ellos [5]. Una Fotorresistencia conectada a un divisor de tensión es iluminada permanente mente por un láser, presentado un estado de máxima voltaje, cuando un objeto interrumpe el haz de luz el voltaje presentado es mínimo. Mediante un código se programa a Arduino™ para que reconozca el instante de paso entre un instante alto a bajo en un sensor para que empiece a registrar tiempo, cuando el objeto pasa par el siguiente sensor, el código ordena guardar el tiempo entre oscurecimientos. El registro de tiempo sigue hasta un tercer sensor, donde se registra el tiempo trascurrido entre el primer oscurecimiento y el tercero.

Las fotopuertas se ubican según el siguiente esquema:

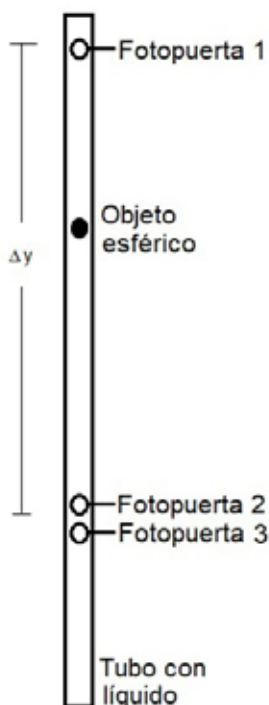


Figura 1: esquema del dispositivo.

Un tubo de vidrio que contiene el líquido se ubica en forma vertical, la fotopuerta 1 se ubica en la parte superior, las otras dos se ubican muy juntas de manera que

se pueda registrar la velocidad media entre la primera y la segunda fotopuerta y la velocidad instantánea entre la segunda y tercera fotopuerta. Se grafican simultáneamente las velocidades medias e instantánea para distintas ubicaciones de las dos últimas fotopuertas. Se observa que el valor de la velocidad instantánea tiende a un valor constante a una determinada altura. A partir de esa altura se puede considerar al movimiento como uniforme rectilíneo.

Análogamente, si utilizamos la velocidad en la región donde es constante. Se puede despejar la viscosidad de la ecuación 2, con el valor de aceleración igual a cero, el valor de la velocidad límite y expresando el volumen de la pieza en función del diámetro.

$$\eta = \frac{D^2 g (\rho_c - \rho_l)}{18 v_l} \quad (3)$$

Se identifica la altura entre sensores para la que se alcanza la velocidad límite, se hace mediciones para distintos diámetros de esferas de acero, luego se obtiene el valor de la viscosidad mediante estadística. El líquido que se utiliza es agua, se obtiene un valor de viscosidad parecido a los publicados [6].

III. CONCLUSIONES

Se desarrolló una experiencia utilizando tres fotopuertas con materiales de bajo costo con el objeto de registrar el tiempo de recorrido de una esfera cayendo por una columna de líquido. Los tiempos se utilizaron para calcular la velocidad media entre la primera y las otras dos fotoceldas y la velocidad instantánea entre las otras dos fotopuertas, las cuales se ubicaron muy próximas para suponer que la velocidad registrada sea la instantánea. Se mostró mediante esta experiencia de laboratorio la evolución de movimiento uniformemente retardado a movimiento uniforme al compararla con la gráfica temporal de ambas velocidades.

Se identificó la posición de las dos últimas fotopuertas para cuando la esfera alcanza la velocidad límite, se registran valores de velocidad instantánea para distintos diámetros de esferas. Se obtuvieron valores de viscosidad similares a los proporcionados por tabla.

REFERENCIAS

- [1] A. Pontes Pedrajas. “*Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos*”. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol. 2, Ene. 2005, pp. 2-18.
- [2] C. Galeriu. “*An Arduino-Controlled Photogate*”. The Physics Teacher, Vol. 51, March. 2013.
- [3] R. O. Christiansen, F. E. M. Hanna, E. Agüero, N. E. Pereyra. “*Experimentos de física utilizando ArduinoTM*”. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 28, No. Extra, Nov. 2016, pp. 23-28.
- [4] J.A. Barrera Moncada, J.C. Henao, L.F. Mulcúe Nieto. “*Physilab: conceptos y ejercicios*”. Pereira: Universidad Católica de Pereira, 2013, Cap.5.
- [5] O. Torrente, “*ARDUINO Curso práctico de formación*” Alfaomega Grupo Editor, D.F. Mexico, Cap. 4.
- [6] Y.Çengel, A. Ghajar, “*Transferencia de calor y masa – fundamentos y aplicaciones*” Mc Graw Hill, Cuarta Edición, D.F. México, pp. 905.

Biografía. Autor 1: Luis Enrique Mealla Sánchez

Magister en Energías Renovables y Licenciado en Física de la Universidad Nacional de Salta (Argentina). Profesor tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas, a cargo de la materia Física Eléctrica, Mas de 20 años de experiencia docente e Investigación. Ha encabezado numerosos proyectos de investigación financiados por la Universidad Autónoma del Caribe y por Colciencias.

Áreas de investigación: Energías Renovables y Aplicaciones de la Ciencia.

Biografía. Autor 2: Luis Felipe Parra Pacheco

Estudiante de quinto semestre de la carrera Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma del Caribe

Áreas de investigación: Aplicaciones de la Ciencia