

ESTUDIO COMPARATIVO DE UN COMPORTAMIENTO ELÁSTICO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS REALES Y VIRTUALES.

Juan José Galán¹(), Simón F Garrido¹, José Antonio Orosa²*

Departamento de Energía e Propulsión Mariña.

¹ETSI Caminos, Canales y Puertos, ²ETS de Náutica y Máquinas.

Universidade da Coruña

(*) jgalan@udc.es

Resumen

En el presente artículo se muestran dos formas distintas de abordar un mismo concepto físico: el comportamiento elástico. Este trabajo está pensado para alumnos de primer curso de Escuelas Técnicas.

En primer lugar, se procede a comprobar la validez de la Ley de HOOKE determinando por medio de dos resortes helicoidales distintos y una banda elástica, la elongación de los mismos. Seguidamente, mediante una simulación informática el alumno deberá extraer la constante

Abstract

Abstract

In present paper, the authors study by two different ways the same concept: Elastic Behaviour. This work was thought for students of technical faculties in their first year.

First of all, we try to prove the fidelity of the Hooke law using two helical hooks and an elastic band. The elongation of them was studied.

In the next step, the student try to obtain the elastic constant using a computer simulation program.

1.Introducción

A lo largo de los cursos, que los firmantes del presente artículo han impartido en distintas Escuelas y Facultades de Ciencias, se ha observado una falta de ligazón entre el fenómeno real y el concepto adquirido en las clases de pizarra [1] [2]. Esto hace que el alumno tenga una brecha, muchas veces insalvable, que le dificulta enormemente no solo en la superación de la materia sino también en la adquisición de nuevos conceptos. Es conocido el hecho que todo nuevo conocimiento se asienta sobre las consideraciones previas o preconceptos que el sujeto posee; si estos son erróneos aquellos serán deficientes [3].

Además las Ciencias Experimentales se ven perjudicadas por la escasez de horas de prácticas que los alumnos tienen en los cursos de Bachillerato. Por tanto, no es extraño que se acceda a la Universidad sin la pericia experimental necesaria.

En el presente artículo los autores proponen dos prácticas; una de banco de Laboratorio (Práctica Real, PR) y otra mediante simulación de ordenador (Práctica Virtual, PV) que analizan el comportamiento elástico. Los estudiantes conocen perfectamente, a través de los libros, la Ley de HOOKE. Sin embargo, pocos son los que realmente se dan cuenta del fenómeno que subyace a la misma.

En la primera práctica, el alumno se encuentra con un fenómeno físico real que puede tocar y manipular. Es por tanto, una situación típica en la que el experimentador tiene que enfrentarse con las adversidades del entorno: movimiento del banco de la mesa, errores de paralaje, condiciones ambientales, etc. Al final el alumno mediante una extrapolación obtiene un valor para la constante de elasticidad. Esto dista del simple resultado numérico que el mismo alumno obtiene en un problema de boletín. Además del resorte se utiliza una banda elástica con la que se visualiza la denominada histéresis elástica.

En la segunda práctica, gracias a los medios que ofrece la informática, se propone a los alumnos un estudio similar pero de una manera dinámica. En él se variarán las condiciones oscilatorias que le permiten al alumno obtener un set de resultados del período al cuadrado frente a las masas, de las que podrán obtener

2-Discusión

Para la práctica real (PR) se utilizaron materiales suministrados por la empresa alemana PHYWE, especialistas en producir y distribuir equipos, sistemas y documentación para la educación de las ciencias [4].

Básicamente, estos consistían en un soporte vertical, una masa unida al muelle problema y una regleta numerada. El montaje se muestra en la figura 1.



Como bien es sabido, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo elástico la deformación que resulta (bajo ciertas hipótesis) depende tanto del material, como de la intensidad y dirección de la fuerza actuante. Cuando esa fuerza cesa, el cuerpo tiende a recuperar su forma original. Esto es tanto como decir, que en el interior de dicho material existen fuerzas restauradoras. Mientras esas fuerzas sean capaces de soportar a la exterior, el cuerpo permanecerá elástico; en caso contrario, no. Se dice entonces, que la fuerza aplicada ha superado el límite elástico del material.

Desde un punto de vista pedagógico, el material elástico más sencillo es el resorte, y sobre él todos los manuales de Física, tanto de enseñanza secundaria como universitaria, explican la ley de HOOKE: se supone una longitud inicial del resorte, longitud natural, una fuerza aplicada de tracción y se obtiene un incremento de su longitud, elongación, que es proporcional a la tracción mediante una constante elástica.

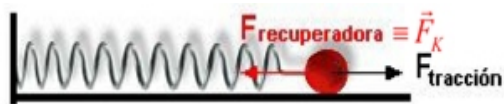
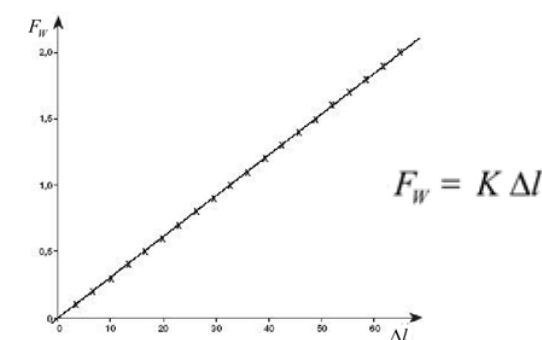


Figura 2

Aunque la ley así expuesta resulte muy intuitiva, desde el punto de vista práctico plantea los problemas derivados de la medida de la tracción. Por ello, es mucho más práctico utilizar una fuerza mucho más manejable: el peso de una masa. En tal situación, otra longitud característica aparecerá: la de equilibrio,

$$F_K = K \cdot \Delta l = m \cdot g = F_W$$



Que gráficamente resulta:

Figura 3

A partir de estos resultados sencillos, se puede introducir conceptos más complejos relacionados con la elasticidad de los materiales; en concreto los referidos a los diagramas de Tensión – Deformación, muy útiles en Ingeniería.

A menudo el alumno cree que la ley de HOOKE se verifica siempre para cualquier elemento elástico, constituyendo, por ende, un pre-concepto. Para evitar esos malos entendidos, se propone a continuación una práctica similar a la anterior pero utilizando una banda elástica en lugar del muelle. La situación esperada por el estudiante es la de una gráfica similar a la anterior pero lo que obtiene es la denominada histéresis elástica, tal como muestra la figura 4.

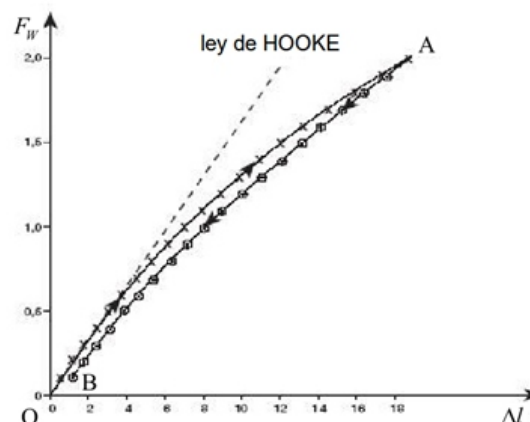


Figura 4

Una vez esta gráfica ha sido obtenida, el alumno deberá ensayar una explicación adecuada que dé cuenta del resultado. Obviamente, muy pocos – en realidad nadie – es capaz de ofrecer una conclusión certera. Es entonces cuando el profesor, ya en el aula explica que este fenómeno se debe a la cooperación de dos efectos:

- Por un lado, una parte de la deformación vuelve a su forma original momentáneamente, mientras que el resto “tarda” en recuperar el estado inicial varias horas. Este proceso es reversible y se llama “efecto secundario elástico”, es decir, el material reacciona de una forma viscoelástica.
- Por otra parte, una vez que se exceda el límite elástico, los cambios que acontecen dentro del material, dan lugar a cambios de forma permanentes. Este proceso es irreversible, porque el trabajo se convierte en calor.

Como quedó dicho, los alumnos no llegan a formular de forma tan precisa la causa de la invalidez de HOOKE, pero resulta asombroso como se acercan, después de una discusión en el aula que provoca una verdadera “tormenta” de ideas.

Por lo que respecta a la segunda práctica, se utilizan las modernas tecnologías informáticas. Estas permiten una mayor versatilidad y variabilidad de las condiciones de contorno, permitiendo promover distintas variables (simulación) sin la incomodidad de realizar costosos y laboriosos montajes técnicos [5]. Sin embargo, la idealidad del procedimiento informático puede llevar al estudiante a pensar que la realidad es fácilmente manipulable y que los problemas, muchas veces imprevistos, se solventan solo con una tecla. Esta simulación ha sido desarrollada por el Departamento de Física de la Universitat de les Illes Balears [6].

Ahora se propone que la constante elástica del resorte se calcule mediante los periodos de oscilación vertical de varias masas suspendidas de un resorte. En la figura 5 se muestra el esquema básico de la práctica.

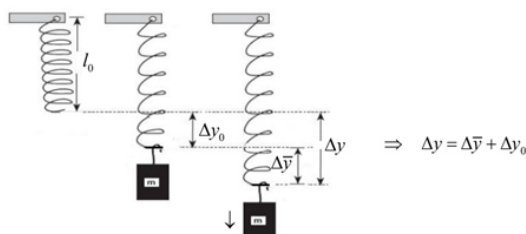


Figura 5

Tomando el origen de referencia en la posición de equilibrio y aplicando la ley de HOOKE convenientemente se puede obtener,

$$\begin{aligned} a &= -g + \frac{K}{m} \Delta y = -g + \frac{K}{m} (\Delta \bar{y} + \Delta y_0) \\ &= -g + \frac{K}{m} \left(\Delta \bar{y} + \frac{mg}{K} \right) \Rightarrow a = \frac{K}{m} \Delta \bar{y} \end{aligned}$$

La aceleración también puede ser calculada mediante la consideración de que el resorte está en un movimiento armónico y por tanto,

$$\begin{aligned} \Delta \bar{y}(t) &= A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \rightarrow v(t) = \frac{d(\Delta \bar{y})}{dt} = \frac{2\pi}{T} A \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \\ \rightarrow a(t) &= \frac{dv}{dt} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \Rightarrow a = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \Delta \bar{y} \end{aligned}$$

Comparando ambas expresiones puede obtenerse la constante del muelle en función del período del movimiento:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{K} m \rightarrow K = 4\pi^2 \frac{m}{T^2}$$

Para distintas masas se obtendrán distintos períodos que representados darán como resultado la constante del resorte.

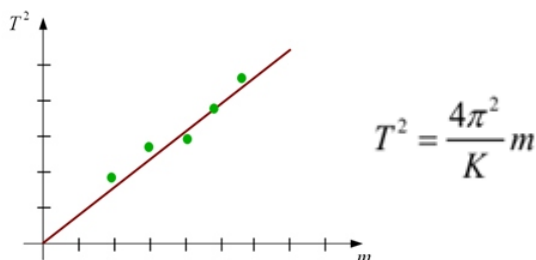


Figura 6

Para evaluar los resultados obtenidos con estas prácticas se procedió a evaluar tanto el conocimiento del alumno antes de su realización (chequeo previo) como el posterior; y a partir de ahí se analizó el porcentaje de mejora [2].

Cada test constaba de 10 preguntas de diversa dificultad, con una única respuesta válida, como por ejemplo:

C.02.- La relación entre los distintos parámetros de las ondas armónicas ... a) la velocidad de propagación es la relación entre el número de onda y la frecuencia; b) la velocidad de propagación es el producto entre la frecuencia y la longitud de onda; c) la velocidad de propagación es la relación entre el período y la longitud de onda.

Además algunas de las preguntas fueron las mismas tanto en el PRE-TEST como el POST-TEST, como por ejemplo:

C.01.- El movimiento oscilatorio simple implica... a) la existencia de una masa oscilante en un resorte; b) la existencia de un resorte oscilante; c) la existencia de la fuerza de HOOKE recuperadora.

Resultados

Los alumnos que realizaron estas Prácticas se clasificaron según el Grado que cursaban, de esta manera se muestran los resultados de la sección A (alumnos del Grado de Tecnología en Edificación Civil) y de la sección B (Grado en Ingeniería de Obras Públicas).

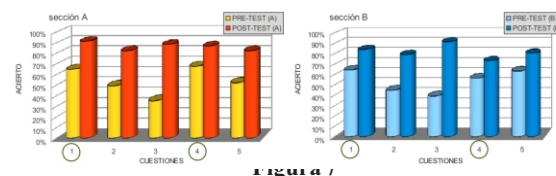


Figura 7

Se puede apreciar como en los resultados de las preguntas que se mantuvieron constantes entre ambos TEST, marcadas en la figura 7, el aumento porcentual es considerable.

Además se pueden representar (figura 8), en función de la Titulación de los alumnos, tanto el PRE-TEST como el POST-TEST.

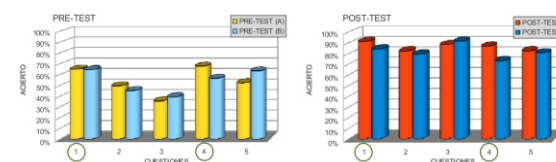


Figura 8

El porcentaje de acierto se equipara una vez que los alumnos realizan ambas prácticas.

Conclusiones

Atendiendo a los resultados mostrados en las figuras 7 y 8 se puede concluir que los estudiantes adquieren un conocimiento más profundo en las propiedad elástica de los materiales (en concreto, del resorte y la banda elástica) una vez que realizan Prácticas sobre esta temática [2].

El hecho de comenzar las sesiones de Laboratorio con una Prácticas Real (PR) posibilita al alumno enfrentarse al fenómeno. Mientras que la Práctica Virtual (PV) permite la variación de posibilita la variación de condiciones del problema.

De los resultados obtenidos se puede comentar que los alumnos del Grado de Tecnología en Edificación Civil (sección A) comienzan las prácticas mejor preparados que los del Grado en Ingeniería de Obras Públicas (sección B). Esto puede ser debido a la mayor nota de corte entre ambas Titulaciones. Esta diferencia se equipara en los resultados del POST-TEST.

Bibliografía

- [1] Hidalgo, M. A., Medina, J; “Laboratorio de Física”, Pearson, Madrid, 2008.
- [2] Galán, J. J.; Garrido, S. F.; Orosa, J. A.; Jornada sobre Enseñanza y Divulgación de la Química y la Física. V Foro Bienal de Profesores de Física y Química en la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, Julio 2012.
- [3] Alejandro, C. A.; Perdomo, J. M.; Revista Iberoamericana de Educación, núm 48 vol 6 (2009) 1–7.
- [4] Homepage de PHYWE. <http://www.phywe-es.com>. Acceso Septiembre de 2012.
- [5] Franco, A.; Curso de Física por ordenador: curso interactivo de Física por Internet. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica>. Acceso Septiembre de 2012. 21-25
- [6] Amengual, A.; “Prácticas virtuales de Física Básica”, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca (2003).