

RELACIÓN ENTRE LA FUERZA DE TENSIÓN Y AFINACIÓN, APLICADA A UNA CUERDA DE GUITARRA.

Autor: Samuel DIZ SIERPES
Profesor-Titor: Alejandro FRANCISCO DA ROCHA

ÍNDICE:

1. Introducción	2
2. Metodología	3
3. Resultados	5
4. Conclusiones	6
5. Anexo gráfico	7
6. Bibliografía	8

RELACIÓN ENTRE LA FUERZA DE TENSIÓN Y AFINACIÓN, APLICADA A UNA CUERDA DE GUITARRA

1.-INTRODUCCIÓN

Nuestro objetivo es relacionar la fuerza de tensión que se ejerce sobre una cuerda de guitarra con su afinación en las diferentes notas musicales, utilizando para ello instrumentos y materiales ordinarios (no específicos de laboratorio de física).

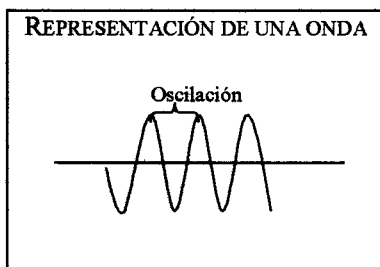
Sabemos que el sonido se propaga en forma de onda, por lo que con los conocimientos sobre "movimiento ondulatorio" que manejamos en 4º de la ESO, podemos hacer un estudio de este. Recordamos a continuación unos conceptos básicos necesarios para entender la experiencia realizada:

Oscilación: Recorrido de la onda desde un punto hasta el siguiente cuya posición sea idéntica al de partida.

Longitud de onda (λ): distancia que recorre una onda durante una oscilación (metros).

Período (T): tiempo que tarda una onda en realizar una oscilación (segundos).

Frecuencia (f): número de oscilaciones por segundo (Hertzios = Hz). Magnitud inversa al Período y usada en los estudios sobre el sonido.



Sabiendo que a cada una de las siete notas musicales le corresponde una determinada frecuencia (ver anexo gráfico.- tabla 1), podemos manejar las siete notas musicales como siete frecuencias (Ejemplo.- La nota MI corresponde con la frecuencia 333 Hz).

En la bibliografía correspondiente encontramos la fórmula que relaciona la frecuencia (f), con la fuerza (F) y en la que podemos mantener como constante todas las demás variables, llegando a la siguiente expresión simplificada, donde agrupamos en K' a todas las variables que hacemos constantes.

$$f = \frac{K}{2 L r} \sqrt{\frac{F}{\pi \delta}}$$

$$f = K' \sqrt{F}$$

f = frecuencia

K = constante referida al tipo de onda (=1)

L = longitud de la cuerda

r = radio de la cuerda

F = fuerza de tensión aplicada a la cuerda

δ = densidad de la cuerda

K' = constante que agrupa a todas las variables fijadas.

Llegado a este punto, si experimentalmente medimos las frecuencias (f) producidas por el sonido de la cuerda cuando se le aplican diferentes fuerzas (F), y representamos estos datos en un eje de coordenadas, **obtendremos una recta**, siempre que situemos en el eje de ordenadas f y en el de abscisas \sqrt{F} , ya que de este modo la fórmula responderá a la ecuación de una recta ($y = a x$), donde y sería igual a f , a sería igual a K' y x sería igual a \sqrt{F} .

2.- METODOLOGÍA

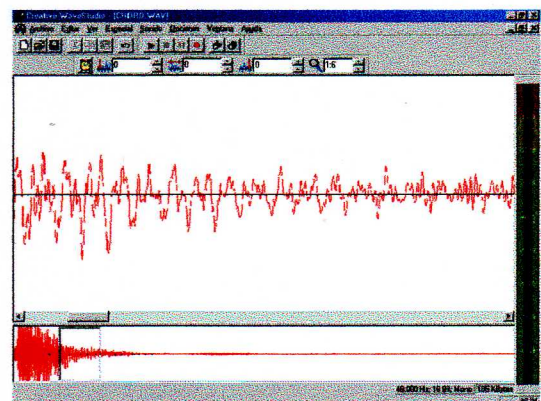
Los datos experimentales que queremos medir, como ya se indicó anteriormente, son la **fuerza (F)** de tensión a la que sometemos la cuerda y la **frecuencia (f)** de su sonido.

La fuerza (F) la calculamos aplicándole a la cuerda de guitarra una masa conocida, que multiplicada por $9,8 \text{ N/kg}$, obtenemos los **Newtons de fuerza** a la que se está sometiendo dicha cuerda.

Por otro lado, para calcular la frecuencia (f) tendremos que transformar el sonido emitido por la cuerda, en la representación gráfica de su onda, y en ella medir los segundos que tarda en producirse una oscilación. Con esto obtendremos el período, a partir del cual ($1/\text{período}$), calculamos la **frecuencia en Hertzios**. (Ver anexo gráfico.- Ilustración 3 y 4).

Como modelo utilizamos la propia guitarra (Ver Anexo gráfico.- Ilustración 1). Para obtener los datos experimentales, escogimos "la 1ª cuerda", que es la más fina y fabricada en nylon, con lo que el factor de rozamiento de esta sobre la estructura de la guitarra se aminoraba al máximo. Apoyamos el mástil sobre un punto externo y dejamos el extremo en el que se anclan las cuerdas sobresaliendo sobre una mesa, que tendrá la altura suficiente para poder colgar de la cuerda elegida una bolsa de plástico, que portará los diferentes objetos previamente pesados (botellas de agua mineral de $1,5 \text{ l} = 1,5 \text{ kg}$, de $0,5 \text{ l} = 0,5 \text{ kg}$, y pesas de 200 g). Conocida la masa aplicada a la cuerda, podemos transformarla en fuerza.

El sonido emitido por la guitarra lo gravamos en un ordenador. Para ello utilizamos el micrófono y el programa CREATIVE SOUNDBLASTER WAVESTUDIO. Este *software*, instalado en todos los ordenadores domésticos, nos representa la onda descrita por un sonido, y nos permite medir los milisegundos que tarda en



Ventana de Creative SoundBlaster WaveStudio

producirse una oscilación, a partir de los cuales obtenemos la frecuencia (Ver anexo gráfico.- Ilustración 4).

Partimos de 7,5 kg de masa aplicada a la cuerda, teniendo en cuenta, en todos los casos la masa de la bolsa, el enganche y los porta pesas (todo=36 g). A continuación producíamos un sonido con dicha cuerda que era gravado y transformado gráficamente en el ordenador. Con los datos obtenidos de las veinticuatro mediciones, resultante de añadir 200 g de cada vez hasta alcanzar los 12 kg, y realizando los cálculos explicados anteriormente, obtuvimos la tabla de datos que se muestra en el apartado de RESULTADOS.

MÍNIMO ERROR EXPERIMENTAL: Queremos resaltar que en el desarrollo de la experiencia logramos hacerlo casi inapreciable gracias a las siguientes decisiones.

1. **Elección de la 1ª cuerda:** su material (nylon) y su mínimo grosor (menos superficie de contacto) hace que ejerza menos rozamiento.
2. **Uso de lubricante:** jabón líquido sobre los puntos de contacto para minimizar el rozamiento.
3. **Comprobación de las masas aplicadas:** en cada repetición de la experiencia se pesaban las botellas (Ver anexo gráfico.- Ilustración 2).
4. **Medición de 40 oscilaciones:** en la representación gráfica de la onda medimos cuarenta oscilaciones y las dividimos entre dicho número, obteniendo el tiempo de una oscilación, pero con menos posibilidad de error. (Ver anexo gráfico.- Ilustración 4)
5. **Homogenización en el experimento y experimentador:** Los datos fueron tomados bajo las mismas condiciones experimentales, que fueron anotadas tras una secuencia de pruebas, para poder aplicarlas en todas las repeticiones.

El único factor que introduce error, previamente minimizado, es el rozamiento, imposible de eliminar totalmente.

