

## Pauta Tarea 2

**Profesor: Simón Riquelme**

Auxiliar: Sebastián Vargas

Ayudantes: Zamir Beleño, Francisca Bórquez, Vicente Maldonado

**P1.-** Una guitarra se compone de 6 cuerdas de largo  $L_0$ , que se extienden a lo largo del mástil, desde el puente hasta la cejuela (ubicada entre el puente y el clavijero). El clavijero permite ajustar la tensión de cada cuerda. Sobre el mástil se ubican varios trastes, que al ser apretados permiten reducir el largo de la cuerda a la distancia comprendida desde el puente al traste, cambiando así la frecuencia de vibración de la cuerda. Considere una guitarra con una distancia  $L$  entre el puente y el clavijero.

Es notable que tal período no depende ni de la masa del cuerpo que cuelga, ni de la amplitud de la oscilación, mientras se cumpla que el ángulo sea pequeño (oscilaciones pequeñas).

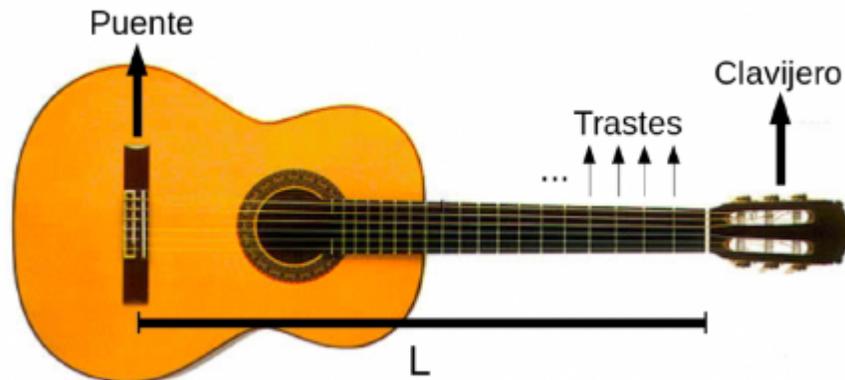


Figura 1

1. Mida el largo  $L_0$  de las cuerdas de la guitarra desde el puente hasta la cejuela. (1.5 pts)

La guitarra española tiene como largo estandar (entre puente y cejuela) de 64 – 66 cm. En este caso se utilizará una de 66 cm.

2. Elija una cuerda de la guitarra (que idealmente esté afinada), tóquela al aire y mida la frecuencia  $f_0$  con la que suena. Para tal efecto puede utilizar una aplicación de celular que grabe y mida frecuencias (por ejemplo: *gStrings* para *Android*) (1.5 pts)

Las cuerdas de la guitarra se enumeran desde la más delgada a la más gruesa. La frecuencia de vibración al aire (sin presionarla en ninguno de los trastes) de las cuerdas afinadas se detalla

en la siguiente tabla:

Cuerda	Frecuencia (Hz)
1	329.63
2	246.94
3	196.00
4	146.83
5	110.00
6	82.41

Es posible que se obtengan diferentes resultados debido a errores en la medición o afinación de la guitarra.

3. **¿A qué modo normal corresponde la vibración de la cuerda que acaba de tocar? A partir de ello, calcule la velocidad de propagación  $c$  de las ondas.**(1.5 pts)

La cuerda cuenta con dos nodos un antinodos, ubicados en el puente y en la cejuela, lo que significa que se encuentra en el primer modo normal. A partir de la formula para los modos normales de una cuerda, se puede obtener la velocidad de propagación  $c$ .

$$f_n = \frac{nc}{2L_0}$$

Reemplazando el valor de la frecuencia encontrada y la longitud de la cuerda (cuerda 1):

$$c = \frac{2L_0 \cdot f_1}{n}$$
$$c = \frac{2 \cdot 0.66m \cdot 329.63Hz}{1}$$

$c = 435.11m/s$

Es posible notar que en las cuerdas delgadas, la velocidad de propagación es mayor, esto debido a que en el proceso de afinación son las que se tensan más.

4. **Suponga que el largo  $L_0$  de esa cuerda disminuyera a la mitad ¿Qué frecuencia fundamental teórica  $f'$  tendría esa cuerda?**(1.5 puntos)

En este caso la longitud cambiaría a la mitad, pero la velocidad de propagación sería la misma ya que ni la tensión ni la densidad de la cuerda cambian ( recordamos que  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ) Entonces la frecuencia fundamental sería:

$$f'_1 = \frac{nc}{2L'}$$

La longitud cambia  $L' = L_0/2$

$$f'_1 = \frac{nc}{L_0} = 2f_1$$

Encontramos que la frecuencia fundamental  $f'$  en este caso es el doble de la frecuencia fundamental original  $f$ . En el caso de la cuerda 1, la frecuencia  $f'$  sería de  $\boxed{659.26Hz}$ .

5. **Mida  $f$  experimentalmente. Para ello, presione la cuerda colocando su dedo sobre el traste 12 contado desde la cejuela hasta el puente (usualmente se marca con 2 puntos en el mástil de la guitarra), y mida la frecuencia a la que vibra.**(1.5 puntos)

La frecuencia medida debe coincidir con la frecuencia calculada teóricamente, salvo por algunas diferencias que se pueden explicar por una cuerda desgastada, guitarra mal calibrada, errores en la medición, etc. Lo recomendable siempre es medir varias veces y calcular un promedio con las mediciones.

6. **Calcule a qué frecuencia teórica  $f_2$  vibra el segundo armónico de la cuerda completa.** (1.5 puntos)

Utilizado la misma formula que en la parte anterior  $n = 2$ :

$$f'_2 = \frac{2c}{2L_0}$$

Reemplazamos el  $c$  encontrado y  $L_0$ :

$$f_2 = \frac{2 \cdot 435.11m/s}{2 \cdot 0.66m}$$

$$\boxed{f_2 = 659.26Hz}$$

7. **Mida  $f_2$  experimentalmente. Para ello coloque su dedo sobre el traste 12 pero sin presionar la cuerda (sólo tocándola ligeramente) y mida la frecuencia a la que vibra.** (1.5 puntos)

El resultado debe coincidir con lo obtenido en la parte anterior salvo un pequeño error que puede estar asociado a la guitarra, a la medición, etc. Lo ideal es tomar un promedio de varias mediciones para obtener un resultado más representativo.

8. **Compare las mediciones de  $f'$  y  $f_2$ . Explique por qué el procedimiento que realizó en la parte anterior equivale a excitar el segundo modo normal de la cuerda.**(1.5 puntos)

Los resultados deberían ser similares, ya que al medir la frecuencia en el traste 12 se esta forzando un nodo en la mitad de la cuerda de largo  $L_0$ , con lo que se obtendría el modo de oscilación  $n = 2$  de aquella cuerda. Este procedimiento es equivalente a medir el modo normal  $n = 1$  de la cuerda  $L'$  ya que se en este caso se tienen dos nodos y un antinodo.