

Estudio experimental de la Fuerza Centrípeta

Carrió, Diego carriod@uol.com.ar
Leibovich, Débora debbie@megabras.com
Molas, Cecilia cecimolas@hotmail.com
Rodríguez Riou, Florencia florrr14@hotmail.com

Fundación universitaria R. Favaloro

Se desea estudiar la dependencia de la fuerza centrípeta en un movimiento circular respecto del radio de la circunferencia, de la masa de la partícula y de la velocidad de dicha masa. Para esto se analiza como sistema un péndulo simple, ya que éste describe un movimiento circular no uniforme.

Introducción:

Un péndulo simple es un modelo idealizado que consiste en una masa puntual suspendida de un hilo sin masa no extensible. Al desplazar la masa de su punto de equilibrio, ésta oscila alrededor de dicha posición. La masa puntual describe un arco de circunferencia con radio l igual a la longitud del hilo.

Por ser un movimiento circular, la componente radial de la fuerza neta debe ser:

$$\sum \vec{F}_r = \frac{mv^2}{l} = T - m \cdot g \cdot \cos\theta \quad (1)$$

Entonces,

$$T = m \cdot \left(g \cdot \cos\theta + \frac{v^2}{l} \right) \quad (2)$$

Para $\theta = 0^\circ$:

$$\boxed{T = m \cdot \left(g + \frac{v^2}{l} \right)} \quad (3)$$

Arreglo Experimental:

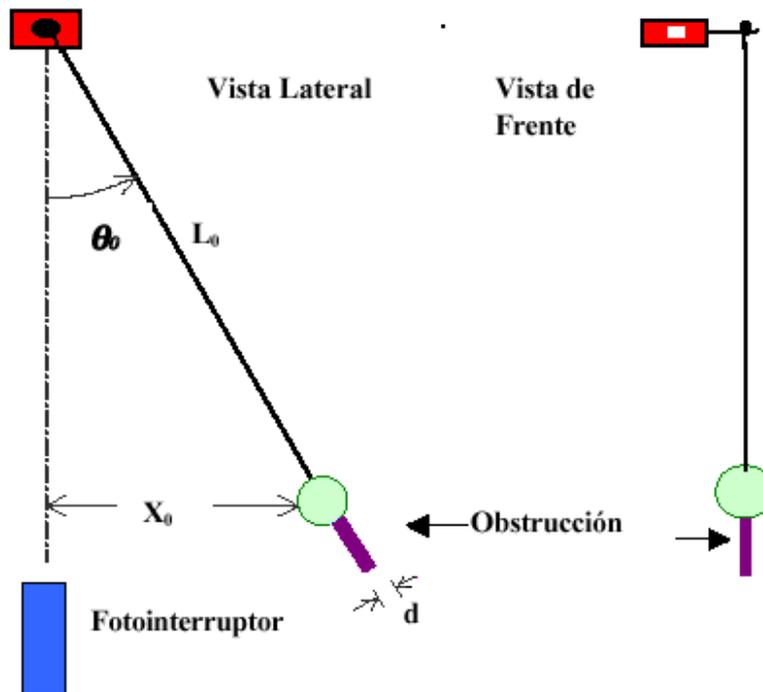


Figura 1. Esquema de un péndulo simple con una obstrucción cilíndrica de diámetro d para determinar la velocidad del péndulo y la tensión de la cuerda en su posición de equilibrio.

Para realizar este trabajo, se cuelga un péndulo de un sensor de fuerza conectado a la PC para medir la tensión F_y en el hilo. De esta señal senoidal se toma el valor pico ya que éste corresponde al valor de la tensión para $\theta = 0^\circ$.

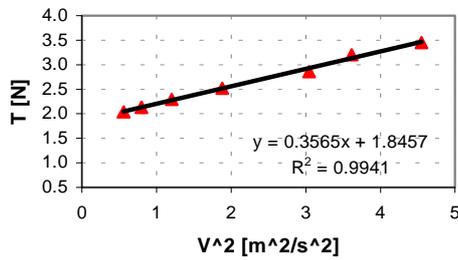
Además se coloca un fotointerruptor, de forma tal de medir el intervalo de tiempo durante el cual el cilindro de material opaco colocado en la parte inferior del péndulo interrumpe el haz de luz al pasar por la posición de equilibrio. Conociendo el diámetro del cilindro, que se mide en forma directa con un calibre, se calcula la velocidad media del péndulo.

La longitud del hilo se mide en forma directa con un cinta métrica.

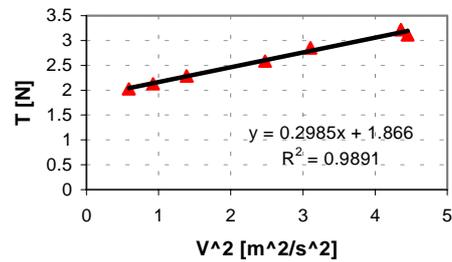
La velocidad y la tensión en el punto de equilibrio se miden para los siguientes casos:

- Para distintas longitudes, manteniendo constante la masa.
- Para distintas masas, manteniendo constante la longitud.

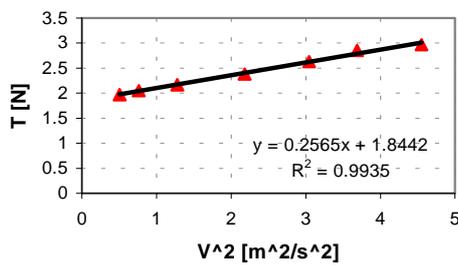
Resultados:



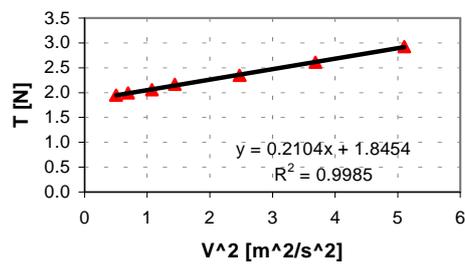
(a)



(b)



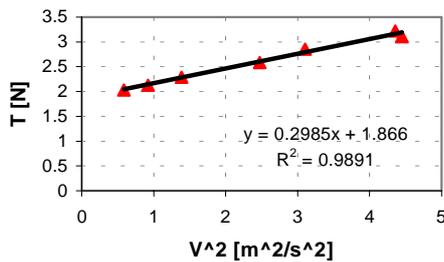
(c)



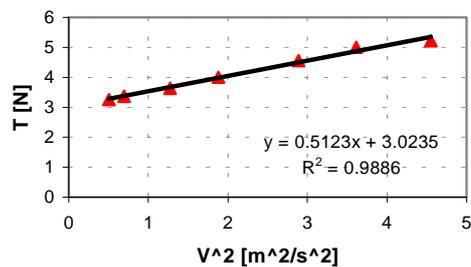
(d)

Figura 2: Representación gráfica de la tensión en el hilo en función del cuadrado de la velocidad en la posición de equilibrio para una masa de 0,188 kg y longitud de (a) 0,52 m (b) 0,60 m (c) 0,73 m (d) 0,85 m.

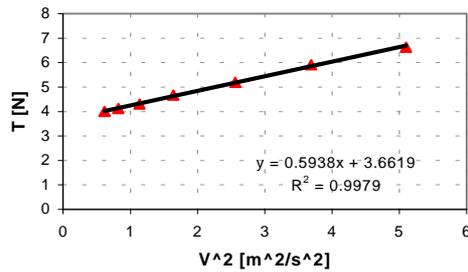
En la figura 2 se observa que la dependencia de la tensión en función de longitud. La pendiente de T versus v^2 para masa constante de valor $m = 0,188$ kg disminuye a medida que aumenta la longitud, y en cada caso es aproximadamente igual a m/l . La ordenada al origen resulta independiente de la longitud, y aproximadamente igual a $m \cdot g$.



(a)



(b)



(c)

Figura 3: Representación gráfica de la tensión en el hilo en función del cuadrado de la velocidad en la posición de equilibrio para una longitud de 0,60 m y masa de a) 0,188 Kg b) 0,307 Kg c) 0,371 Kg.

En la figura 3 se observa la dependencia de la tensión en función de masa. La pendiente de T vs. v^2 para longitud constante de valor $l = 0,6m$ aumenta a medida que aumenta la masa, y en cada caso es aproximadamente igual a m/l . La ordenada al origen también varía, y resulta aproximadamente igual a $m \cdot g$.

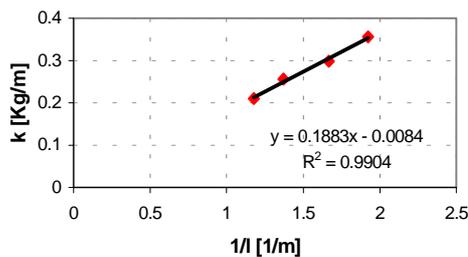


Figura 4: Representación gráfica de la pendiente de los gráficos de T vs. v^2 para $m=0,188kg$, en función de la inversa de la longitud.

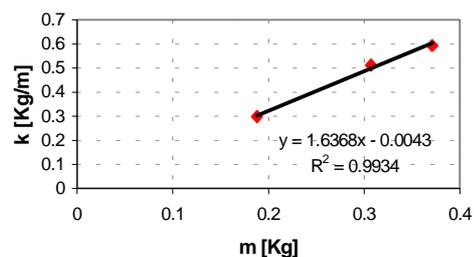


Figura 5: Representación gráfica de la pendiente de los gráficos de T vs. v^2 para $l=0,6m$, en función de la masa.

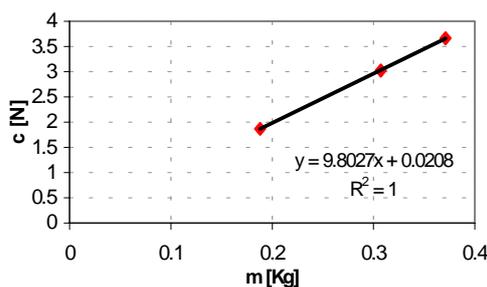


Figura 6: Representación gráfica de la ordenada al origen de los gráficos de T vs. v^2 para $l=0,6m$ en función de la masa.

Las figuras 4, 5 y 6 permiten visualizar más claramente la forma de la relación lineal de T vs. v^2 . Se observa que la pendiente es directamente proporcional a la masa e inversamente proporcional a la longitud del hilo, y que la ordenada al origen es proporcional a la masa con una constante de proporcionalidad aproximadamente igual a g .

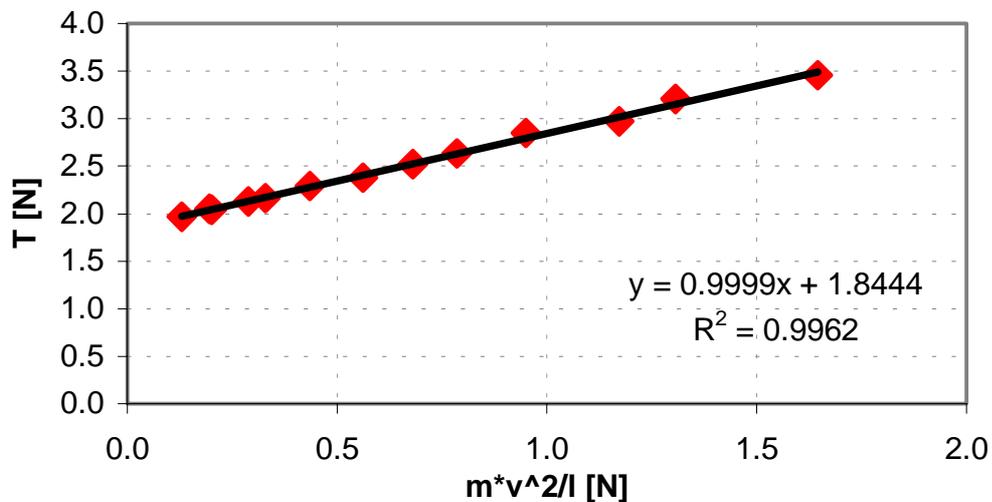


Figura 7: Representación gráfica de la tensión en el hilo en la posición de equilibrio en función del término $m \cdot v^2 / l$ para $m = 0,188$ kg

Por último, en la figura 7 se observa claramente que la relación T versus $m \cdot v^2 / l$ es lineal, de pendiente 1 y ordenada al origen igual a $m \cdot g$.

Conclusión:

Se verifica experimentalmente que la tensión en el hilo de un péndulo simple en la posición de equilibrio está dada por:

$$T = m \cdot \left(g + \frac{v^2}{l} \right) \quad (4)$$

Esto es equivalente a afirmar que la fuerza centrípeta viene dada por la relación mv^2/l .

Bibliografía:-

1. Física Universitaria, Volumen I, Sears-Zemansky, Addison Wesley, EE.UU., 1996.
2. Física re-Creativa, S.Gil y E. Rodríguez <http://www.fisicarecreativa.com>