

FUERZA CENTRIPETA

JACINTO CORUJO

Facultad de Bioingeniería – Universidad Nacional de Entre Ríos

RESUMEN

En este trabajo se presenta un dispositivo, elaborado con material de bajo costo, que posibilita realizar experiencias destinadas a:

1. Medir la fuerza centrípeta que actúa sobre un cuerpo en rotación.
2. Verificar la validez de la fórmula:

$$f_c = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1).$$

Se especifican resultados de experiencias realizadas en nuestro laboratorio y se hace el cálculo de incertezas para los obtenidos en una de dichas experiencias.

ABSTRACT

In this work a device made with low cost materials is presented. It helps to make experiences that lead:

1. To Measure the centripetal force.
2. To test the value of the formula:

$$f_c = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1).$$

Works made in our laboratory are specified and the calculus of errors for the ones got in one of those experiments are also made.

DESCRIPCION

El dispositivo consta de un pequeño motor de 12 Vcc. conectado a una fuente variable y fijado a una base de madera de 15 cm x 15

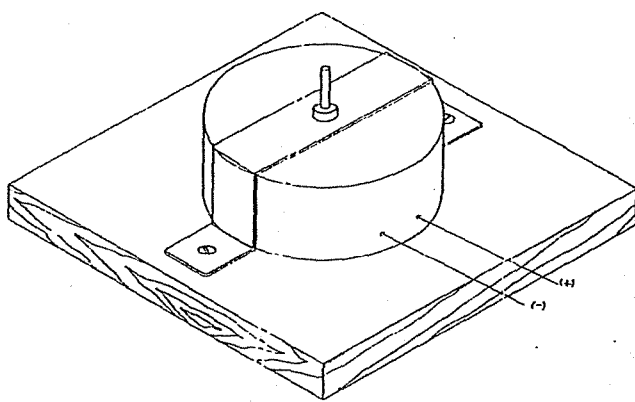


Figura 1:

cm x 2,5 cm mediante una lámina metálica, según indica la figura 1.

Se compone además de un disco liviano (en mi caso he utilizado un disco de telgopor de 20 cm de diámetro y 1 cm de espesor).

En el centro del disco y perpendicular a él se fija un trozo de varilla roscada de 3 cm de longitud y diámetro igual al del eje del motor mediante dos tuercas y arandelas; los extremos de la varilla roscada sobresalen entonces 1 cm de cada cara del disco.

Un extremo de la varilla se ensambla al extremo del eje del motor (puede ser mediante un trozo de tanque de bolígrafo); en el otro extremo se engancha un resorte, de constante elástica conocida, que se asienta en el disco. En el otro extremo del resorte se fija una esfera de acero provista de un pequeño ojal de alambre pegado a ella. La esfera, que debe tener brillo (por ejemplo

una esfera de rulemár), puede ser de 1 cm de diámetro aproximadamente.

La figura 2 muestra la disposición de los componentes antes mencionados.

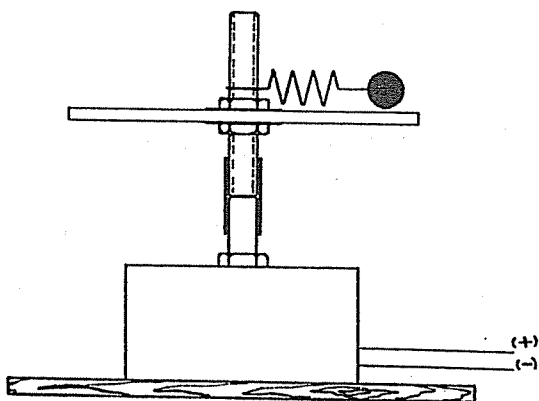


Figura 2:

La cara superior del disco debe cubrirse previamente con un papel blanco dividido en franjas circulares concéntricas, de 0,5cm de ancho cada una, pintadas de distintos colores (figuras 3 y 4).

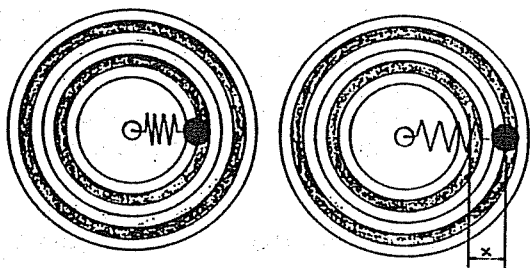


Figura 3 y 4:

FUNCIONAMIENTO

Una vez cerrado el circuito se regula la velocidad del disco mediante la fuente variable. El resorte se estirará y aplicará a la esfera la fuerza centrípeta necesaria para que se mantenga en una trayectoria circular.

Mediciones y cálculos a realizar

Para calcular la fuerza centrípeta se mide el alargamiento x del resorte (ver figura 4); luego, aplicando la ley de Hooke, obtenemos: $f_c = k \cdot x$ (2), donde k es la constante elástica del resorte previamente calculada.

Con el objeto de probar la validez de la fórmula (1) se calcula la velocidad angular w del disco correspondiente al alargamiento x y se miden la longitud r del resorte estirado y la masa m de la esfera. Luego se aplica la fórmula (1) y se compara el resultado con el calculado aplicando la fórmula (2).

Medida del alargamiento del resorte

Las franjas coloreadas se utilizan como referencia para medir, estimando, el alargamiento del resorte.

Para ello se ilumina lateralmente la esfera (puede ser con una lámpara colocada junto al disco); se observará en ella, por reflexión, un punto luminoso a la altura de una determinada posición de una de las franjas. Una vez que el disco se pone en movimiento la esfera se desplaza radialmente hasta estabilizarse en otra de las franjas (w debe mantenerse constante); esta nueva posición se observa por la estela que deja el punto luminoso.

La distancia entre las dos franjas (distancia entre el punto y estela luminosa) nos indicará el alargamiento x del resorte.

Resultados experimentales

A continuación se citan datos y resultados experimentales obtenidos en cuatro experiencias, realizadas utilizando dos resortes de distinta constante elástica y dos esferas de distinta masa, haciéndose el desarrollo de la propagación de incertezas correspondiente a una de ellas.

Se obtuvieron los siguientes valores para las constantes de los resortes y las masas de las esferas; se utilizó para g el valor $9,81m/s^2$.

Experiencia N° 1

a) Aplicando

$$f_c = k \cdot x \text{ con } k = 8,63N/m \pm 0,11N/m$$

Longitud resorte sin estirar:

$$l_0 = (0,0665 \pm 0,0001)m$$

Longitud resorte estirado:

$$l = (0,0754 \pm 0,0001)m$$

Alargamiento del resorte:

$$x = (0,0089 \pm 0,0002)m$$

Luego

$$f_c = 8,63N/m \cdot 0,0089m = 0,077N$$

Propagación de incertezas:

$$e_{f_c} = \frac{0,11}{8,63} + \frac{0,0002}{0,0089} = 0,055$$

$$\Delta f_c = 0,077 \cdot 0,055 = 0,004N$$

Luego: $f_c = (0,077 \pm 0,004)N$ o sea $(7,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}N$ (3)

b) Aplicando

$$f_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Para el período de rotación se obtuvo el valor:

$$T = (0,45 \pm 0,01)s.$$

$$f_c = 0,005604kg \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,0754m / 0,45^2 \cdot s^2 = 0,08238N$$

Propagación de incertezas:

$$e_{f_c} = \frac{0,000003}{0,005604} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,45} + \frac{0,0001}{0,0754} + \frac{2 \cdot 0,01}{3,14} = 0,047$$

$$\Delta f_c = 0,047 \cdot 0,082N = 0,004N$$

Luego: $f_c = (0,082 \pm 0,004)N$ o sea $(8,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}N$ (4)

Los resultados obtenidos en (3) y (4) son compatibles ya que:

$$0,082 - 0,077 \approx 0,004$$

Experiencia N° 2

Se obtuvieron los siguientes resultados:

$$a) f_c = (0,0991 \pm 0,0008)N$$

$$b) f_c = (0,098 \pm 0,005)N$$

Experiencia N° 3

Los resultados obtenidos fueron:

$$a) f_c = (0,205 \pm 0,004)N$$

$$b) f_c = (0,21 \pm 0,01)N$$

Experiencia N° 4

Se obtuvieron estos resultados:

$$a) f_c = (0,170 \pm 0,002)N$$

$$b) f_c = (0,154 \pm 0,006)N$$

COMENTARIOS

1. Según se observa los resultados obtenidos en las experiencias N° 1, 2 y 3 son compatibles. Los resultados obtenidos en la experiencia N° 4 no presentan puntos comunes en sus franjas de incerteza. No obstante pueden mejorarse, sobre todo variando el método de observación de la posición de la esfera con el disco rotando.

Podemos entonces afirmar, según nuestros resultados la validez de la fórmula (1).

2. Pueden mejorarse los resultados utilizando algunas variantes, como por ejemplo:

a) Usando un estroboscopio para determinar con más certeza la posición de la esfera durante el movimiento del disco.

b) En lugar del resorte podría utilizarse un dinamómetro con el que se mediría directamente la fuerza.