

Manual de Instrucciones y Guía de Experimentos

FUERZA CENTRÍPETA

OBSERVACIÓN SOBRE LOS DERECHOS AUTORALES

Este manual está protegido por las leyes de derechos autorales y todos los derechos están reservados. Está permitida y garantizada para instituciones de enseñanza, no obstante, la reproducción de cualquier parte de este manual para que se la suministre y utilice en los laboratorios pero no para su venta. Su reproducción bajo cualquier otra circunstancia, sin la debida autorización de la AZEHEB está terminantemente prohibida.

GARANTÍA

La AZEHEB garantiza este producto contra defectos de fabricación por un periodo de 3 años a partir de la fecha de envío al cliente. La AZEHEB reparará o cambiará el producto defectuoso si se constata que el defecto fue ocasionado por problemas en los materiales que lo componen o por fallas en su fabricación.

Esta garantía no cubre problemas ocasionados por abuso o debidos al uso incorrecto del producto.

La determinación de si el defecto del producto es resultado de una falla de fabricación o si fue ocasionado por uso indebido será llevada a cabo únicamente por la AZEHEB.

Dirección:

AZEHEB | Laboratórios de Física
R Arthur Bernardes, 137 - 2º andar
CEP 36300-076
São João Del Rey - MG - Brasil

Teléfono: +55 32 3371-3191
E-mail: exportacion@azeheb.com

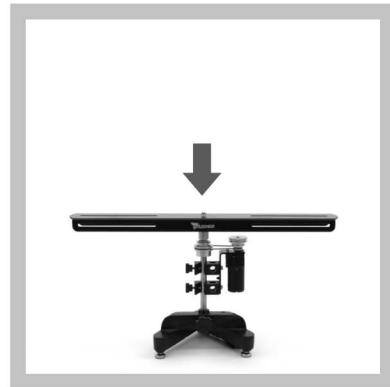
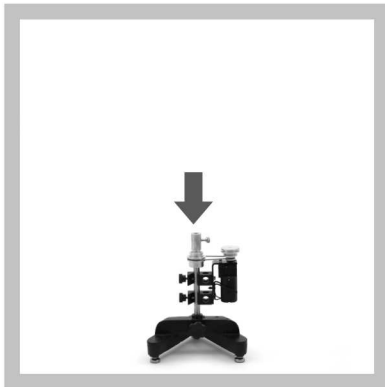
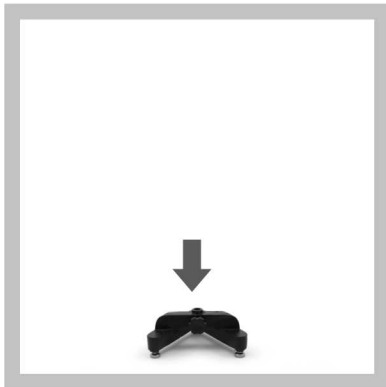


COMPONENTES

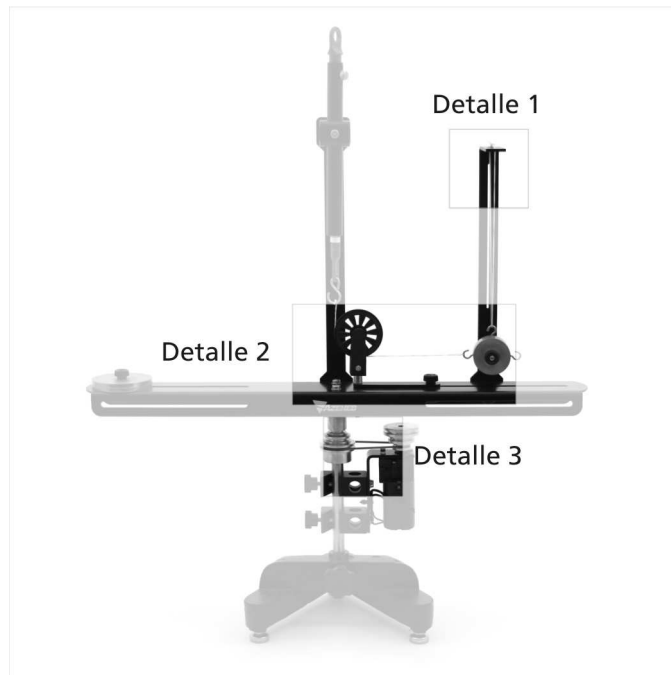


	Cant.	Descripción
1	01	trípode de 3kg con patas niveladoras;
2	01	dinamómetro de 2N con precisión de 0,02N;
3	01	dinamómetro de 1N con precisión de 0,01N;
4	01	cordel;
5	01	motor de 12V con reductor de velocidad, 3 poleas y cable de conexión;
6	01	plataforma giratoria de 50cm con soporte para fijación;
7	01	torre para fijar el dinamómetro;
8	01	torre para colgar el cuerpo de prueba;
9	01	cuerpo de prueba de 100g con tres ganchos;
10	02	cuerpos de prueba de 100g;
11	02	cuerpos de prueba de 50g;
12	01	clavija para marcar el tiempo;
13	01	cronómetro manual con precisión de 0,01s;
14	01	roldana con radios con 2 microrodamientos;
15	01	fuelle de alimentación variable de 0 a 12V y 1,5A e interruptor selector de 127/220V;
16	01	cinta métrica de 2m;
17	01	correa de caucho;
18	01	varilla de 17cm con tres poleas y dos rodamientos blindados;

MONTAJE PASO A PASO



DETALLES DE MONTAJES



DETALLE 1

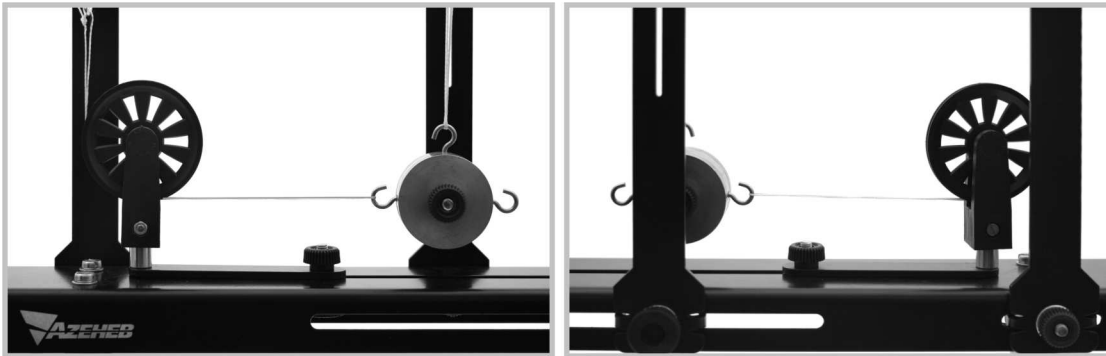
La colocación del cordel para suspender el cuerpo de prueba es "triangular" como se muestra en la foto.

El cuerpo de prueba se monta de 100g para 200g como muestra la imagen.



DETALLE 2 (ADELANTE Y ATRÁS)

Detalle de montaje de roldana con radios, torre para fijar el dinamómetro y torre para colgar el cuerpo de prueba.



DETALLE 3

Las roldanas deben quedar alineadas como se muestra en la foto.



EXPERIMENTOS

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA FUERZA CENTRÍPETA EN EL *MCU*

Procedimientos

1. Monte el equipo como se muestra en la foto (siguiendo los pasos indicados en la página 4).



2. Conecte la fuente variable a un tomacorriente (cuidado con la tensión del tomacorriente, que debe ser compatible con la de la fuente).
3. Conecte el cable del motor de 12V a los bornes de la fuente de tensión variable de 0 a 12V CC.
4. Ajuste la posición del cuerpo de prueba para que el radio de la trayectoria sea igual a 18cm (utilice una cinta métrica para medirlo).
 $R = 0,180\text{m}$
5. Regule la posición del cuerpo de prueba de 100g suspendo del cordel para que dicho cordel quede vertical, como se muestra en la foto. Mediante este procedimiento el dinamómetro determinará un valor. Ajuste el dinamómetro para la fuerza centrípeta deseada.
6. Escoja un valor para la fuerza centrípeta igual a 0,50N. Sostenga el cuerpo de prueba de 100g y mueva el dinamómetro hacia arriba o hacia abajo para ajustar la intensidad de la fuerza centrípeta.
 $F_c = 0,50\text{N}$
7. Fije al otro lado de la plataforma una masa de 100g para establecer un equilibrio (contrapeso).



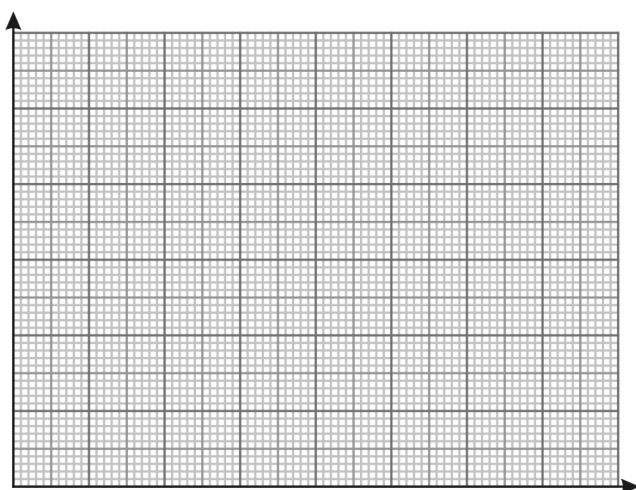
8. Conecte la fuente de tensión y tome cuidado para obtener una tensión inicial igual a cero.
9. Aumente gradualmente la tensión y observe el movimiento de rotación.
10. Regule la tensión aplicada al motor para que la intensidad de la fuerza centrípeta indicada en el dinamómetro sea igual a 0,50N. En esta situación el cordel que sostiene el cuerpo de prueba debe quedar en posición vertical. Deje que el sistema gire por un tiempo hasta estabilizarse.
11. Con el cronómetro manual mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo del movimiento circular uniforme.
 $T = \underline{\hspace{2cm}}$
12. Calcule la frecuencia del movimiento circular uniforme.
 $f = \underline{\hspace{2cm}}$
13. Calcule la velocidad angular del movimiento circular uniforme.
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \underline{\hspace{2cm}}$
14. Calcule el valor de la fuerza centrípeta.
 $F_C = m \cdot R \cdot \omega^2$
 F_C - fuerza centrípeta
 m - masa
 R - radio de la trayectoria
 ω - velocidad angular
 T - periodo de oscilación
15. Calcule el error relativo entre la fuerza centrípeta calculada y la fuerza centrípeta experimental (indicada por el dinamómetro).
 $Er(\%) = \underline{\hspace{2cm}}$
16. Compare el valor calculado de la fuerza centrípeta con el valor indicado por el dinamómetro. Considerando la tolerancia a errores (5%), ¿podemos afirmar que la fuerza centrípeta medida es igual a la fuerza centrípeta calculada?

DETERMINACIÓN DE LA FUERZA CENTRÍPETA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR

1. Modifique la posición del dinamómetro y repita los procedimientos anteriores para encontrar otros valores de la fuerza centrípeta y completar la tabla.

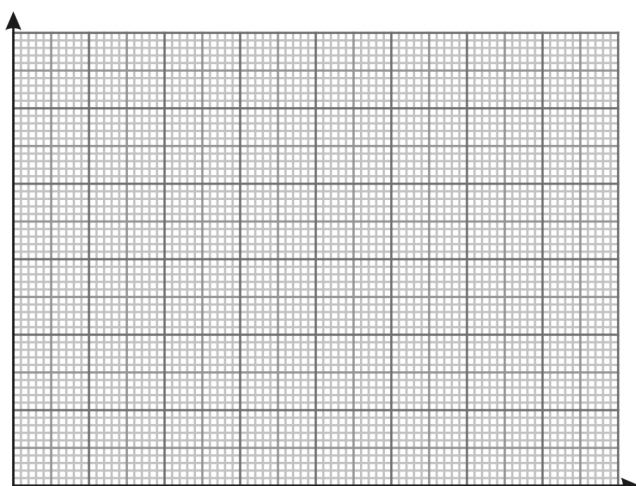
N	F (N) dinamómetro	m(kg)	R(m)	10 oscilaciones	T(s)	ω (rad/s)	ω^2 (rad/s) ²
1	0,30	0,100	0,180				
2	0,40	0,100	0,180				
3	0,50	0,100	0,180				
4	0,60	0,100	0,180				
5	0,70	0,100	0,180				

2. Con los resultados de la tabla anterior, dibuje el gráfico $F_C = f(\omega)$ (fuerza centrípeta en función de la velocidad angular).



F_C	ω

3. ¿Cómo se llama la curva encontrada en el gráfico de la F_C en función de la ω ? _____
4. Linealice el gráfico $F_C = f(\omega)$. Para hacerlo, deberá trazar un gráfico de la fuerza centrípeta en función de la velocidad angular al cuadrado [$F_C = f(\omega^2)$].



F_C	ω^2

5. Determine los coeficientes angular y lineal del gráfico $F_C = f(\omega^2)$.
 Coeficiente angular A = _____
 Coeficiente lineal B = _____

6. Considerando la tolerancia a errores de 5%, compare el coeficiente angular del gráfico $F_c=f(\omega^2)$ con el producto de $m.R$. ¿Son iguales?
- _____
- _____
7. ¿Cuál es el significado del coeficiente angular?
- _____
- _____
- _____
8. ¿Qué relación de proporcionalidad existe entre la fuerza centrípeta y la velocidad angular?
- _____
- _____
9. Escriba la fórmula que permite calcular la *fuerza centrípeta* en función de la *velocidad angular*.
- _____
10. En el experimento anterior N4 (tabla) trabajamos con una masa de 100g, y encontramos una fuerza centrípeta de 0,60N. Doble la masa colgada del cordel acrecentando dos masas de 50g, una a cada lado.
11. Coloque el sistema lentamente en movimiento de rotación hasta que la fuerza centrípeta sea nuevamente igual a 0,6N. Mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo.
T = _____
12. ¿Qué sucedió con el periodo de rotación?
- _____
13. ¿A qué conclusión se llega con el experimento?
- _____
14. En el experimento anterior N4 (tabla) trabajamos con una masa de 100g, y encontramos una fuerza centrípeta de 0,60N. Reduzca el radio de la trayectoria a 13cm y ajuste la fuerza centrípeta para indicar una intensidad de 0,60N.
15. Ponga el sistema en movimiento de rotación lentamente hasta que la fuerza centrípeta sea nuevamente igual a 0,6N. Mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo.
T = _____
16. ¿Qué sucedió con el periodo de rotación.
17. ¿A qué conclusión se llega con el experimento?
- _____
- _____
- _____

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA FUERZA CENTRÍPETA EN EL MCU

RESPUESTAS

- 11.** Con el cronómetro manual mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo del movimiento circular uniforme.

$$T = 11,8s$$

- 12.** Calcule la frecuencia del movimiento circular uniforme.

$$f = \frac{1}{T} \quad \gg \quad f = 0,850\text{Hz}$$

- 13.** Calcule la velocidad angular del movimiento circular uniforme.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \gg \quad \omega = \frac{2.3,14}{1,18} = 5,32 \text{ rad/s}$$

- 14.** Calcule el valor de la fuerza centrípeta.

$$F_c = m \cdot R \cdot \omega^2$$

$$F_c = 0,100 \cdot 0,180 \cdot 5,32^2$$

$$F_c = 0,509\text{N}$$

- 15.** Calcule el error relativo entre la fuerza centrípeta calculada y la fuerza centrípeta experimental (indicada por el dinamómetro).

$$Er = \frac{0,509 - 0,500}{0,500}$$

$$Er = 1,8\%$$

- 16.** Compare el valor calculado de la fuerza centrípeta con el valor indicado por el dinamómetro. Considerando la tolerancia a errores (5%), ¿podemos afirmar que la fuerza centrípeta medida es igual a la fuerza centrípeta calculada?

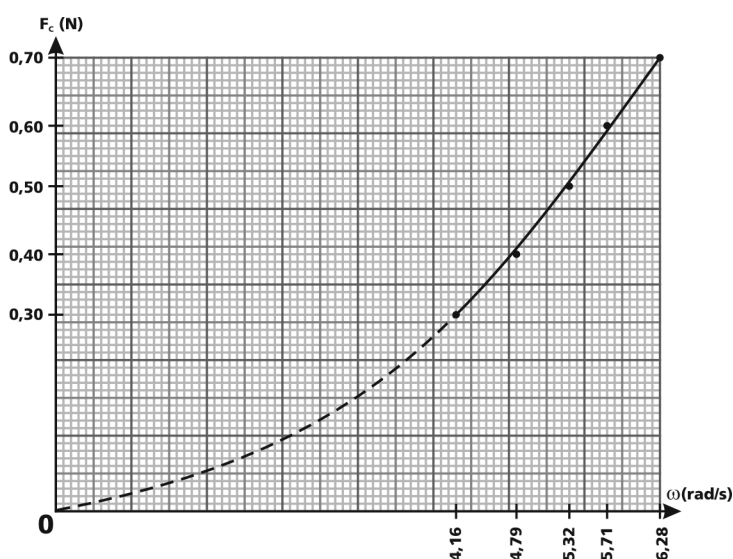
Sí, la intensidad de la fuerza centrípeta indicada en el dinamómetro es igual al valor calculado.

DETERMINACIÓN DE LA FUERZA CENTRÍPETA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD ANGULAR

RESPUESTAS

N	F (N) dinamómetro	m(kg)	R(m)	10 oscilaciones	T(s)	ω (rad/s)	ω^2 (rad/s) ²
1	0,30	0,100	0,180	15,1	1,51	4,16	17,3
2	0,40	0,100	0,180	13,1	1,31	4,79	22,9
3	0,50	0,100	0,180	11,8	1,18	5,32	28,3
4	0,60	0,100	0,180	11,0	1,10	5,71	32,6
5	0,70	0,100	0,180	10,0	1,00	6,28	39,4

2. Con los resultados de la tabla anterior, dibuje el gráfico $F_C = f(\omega)$ (fuerza centrípeta en función de la velocidad angular).

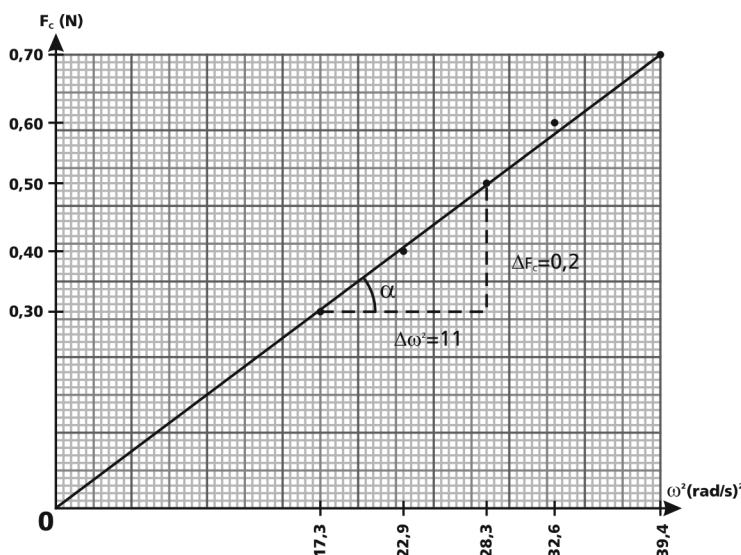


F_C	ω
0,30	4,16
0,40	4,79
0,50	5,32
0,60	5,71
0,70	6,28

$$E_{\omega} = \frac{8\text{cm}}{6,28(\text{rad/s})} = 1,273 \text{ cm}/(\text{rad/s})^2$$

$$E_{F_C} = \frac{6\text{cm}}{0,70\text{N}} = 8,571 \text{ cm/N}$$

3. ¿Cómo se llama la curva encontrada en el gráfico de la F_C en función de la ω ?
Parábola.
4. Linealice el gráfico $F_C = f(\omega)$. Para hacerlo, deberá trazar un gráfico de la fuerza centrípeta en función de la velocidad angular al cuadrado [$F_C = f(\omega^2)$].



F_C	ω^2
0,30	17,30
0,40	22,9
0,50	28,3
0,60	32,6
0,70	39,4

$$E_{\omega^2} = \frac{8\text{cm}}{39,4(\text{rad/s})^2} = 0,203 \text{ cm}/(\text{rad/s})^2$$

$$E_{F_C} = \frac{6\text{cm}}{0,70\text{N}} = 8,571 \text{ cm/N}$$

5. Determine los coeficientes angular y lineal del gráfico $F_c = f(\omega)$.
 Coeficiente angular $A = 0,018 \text{ kg.m}$
 Coeficiente lineal $B = 0$
6. Considerando la tolerancia a errores de 5%, compare el coeficiente angular del gráfico $F_c = f(\omega^2)$ con el producto de $m.R$. ¿Son iguales?
Sí, pues: $A = 0,018 \text{ kg.m}$ y $m.R = 0,1 \text{ kg} \cdot 0,18 \text{ m} = 0,018 \text{ kg.m}$
7. ¿Cuál es el significado del coeficiente angular?
El coeficiente angular del gráfico $F_c = f(\omega^2)$ es igual al producto de la masa por el radio de la trayectoria.
8. ¿Qué relación de proporcionalidad existe entre la fuerza centrípeta y la velocidad angular?
Analizando los gráficos, se puede notar que la fuerza centrípeta es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad angular y la constante de proporcionalidad es el producto de la masa por el radio de la trayectoria.
 $A = 0,018$
 $B = 0$
 $y = Ax + B \quad \gg \quad F_c = 0,018\omega^2$
9. Escriba la fórmula que permite calcular la *fuerza centrípeta* en función de la *velocidad angular*.
 $F_c = m.R.\omega^2$
11. Coloque lentamente el sistema en movimiento de rotación hasta que la fuerza centrípeta sea nuevamente igual a 0,6N. Mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo.
 $T = \underline{\hspace{2cm}}$
12. ¿Qué sucedió con el periodo de rotación?
El periodo aumentó.
13. ¿A qué conclusión se llega con el experimento?
 Al aumentar la masa del sistema manteniendo constantes la fuerza centrípeta y el radio de la trayectoria el periodo de rotación **aumenta**.
 $F_c = m.R.\omega^2$
 $F_c = m.R.\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2 \quad [1]$
 $F_c = 2.m.R.\left(\frac{2\pi}{T_2}\right)^2 \quad [2]$
 Comparando 1 y 2
 $(T_2)^2 = 2.(T_1)^2$
 $T_2 = 1,41.T_1$
15. Ponga el sistema en movimiento de rotación lentamente hasta que la fuerza centrípeta sea nuevamente igual a 0,6N. Mida el tiempo de 10 rotaciones y encuentre el periodo.
 $T = \underline{\hspace{2cm}}$
16. ¿Qué sucedió con el periodo de rotación?
El periodo disminuyó.
17. ¿A qué conclusión se llega con el experimento?
 Disminuyendo el radio de la trayectoria y manteniendo constantes la fuerza centrípeta y la masa del sistema, el periodo de rotación también disminuye.

