



8

LABORATORIO DE MECANICA FUERZA CENTRÍPETA

DEPARTAMENTO DE
FISICA Y GEOLOGIA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

Objetivos

Comprobar experimentalmente la relación entre la fuerza centrípeta F_c que actúa sobre un objeto de masa M , y el movimiento en una trayectoria circular de radio R con una velocidad angular ω , que éste cuerpo realiza, bajo la acción de esta fuerza.

Esquema del laboratorio y materiales

MATERIALES

Equipo requerido	Cantidad	Observaciones
Base de la plataforma.	1	
Plataforma de rotación.	1	Girar solo suavemente
Poste central.	1	
Poste lateral.	1	
Pesa del poste lateral M	1	
Polea.	1	
Hilo.	1	
Portapesa m_p	1	
Juego de masas m	1	
Cronómetro.	1	

ESQUEMA DEL LABORATORIO

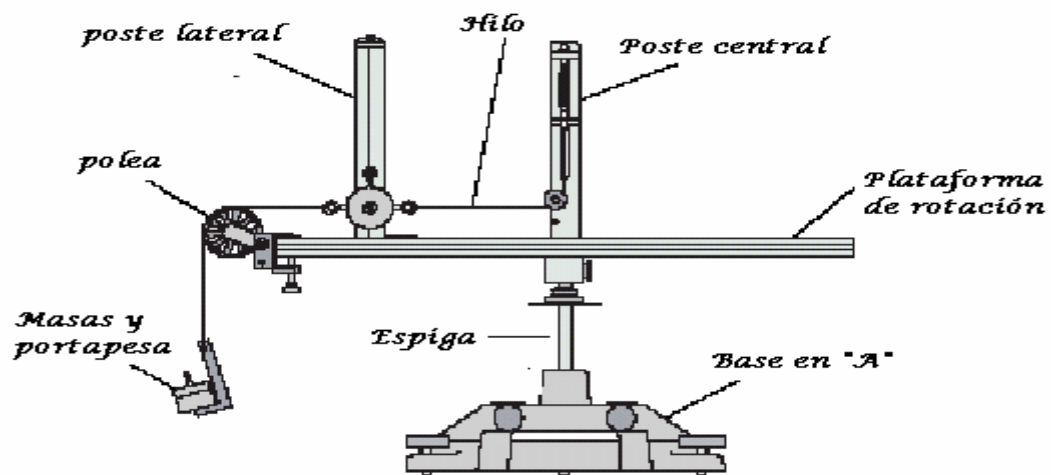


Figura 1.



MONTAJE DE LA PLATAFORMA ROTATORIA (ver figura 1)

- Coloque la base en A sobre el mesón.
- Coloque la plataforma de rotación sobre la base en A, fijando la espiga en el orificio correspondiente.
- Coloque el poste central sobre la plataforma de rotación.
- Coloque el poste lateral en un extremo de la plataforma de rotación.
- Coloque la polea sobre la plataforma de rotación, al lado del poste lateral.
- Coloque la masa cuadrada (contrapesa) en el otro extremo de la plataforma de rotación y ajústela.
- Ate un hilo a la masa colgante **M** y cuélguela en el poste lateral.
- Ate otro hilo al resorte del poste central y una este hilo al extremo más cercano de la masa colgante **M**.
- Ate otro hilo al portapesa, páselo por encima de la polea y únalo al otro extremo de la masa colgante **M**.

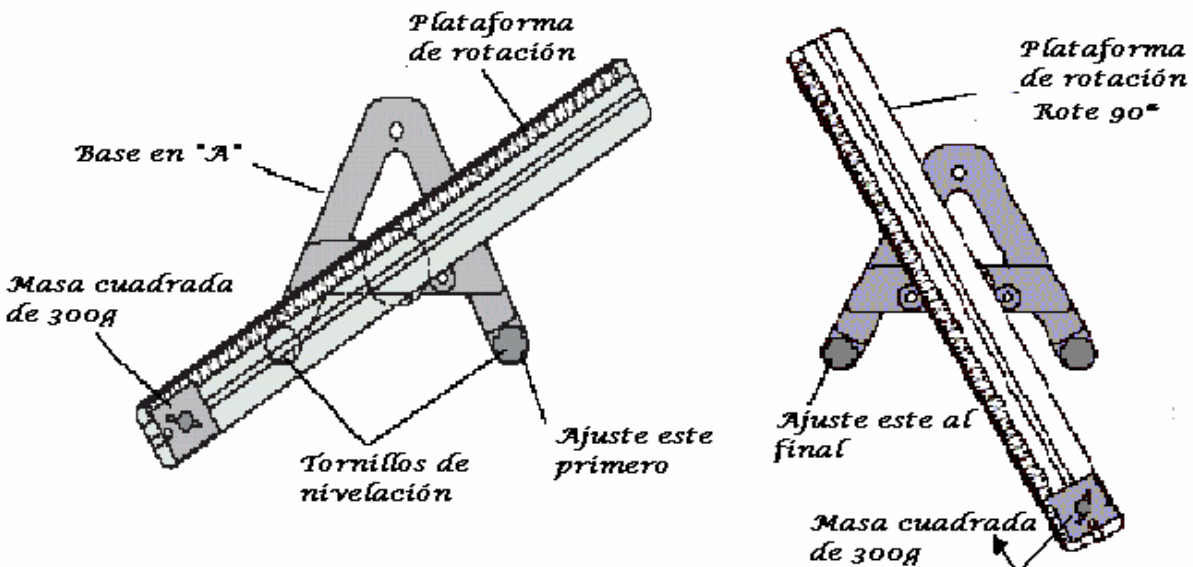


Figura 2

NIVELACIÓN DE LA PLATAFORMA ROTATORIA (ver figura 2)

- Deslice el poste lateral al extremo de la plataforma de rotación y ajústelo.
- Deslice la masa cuadrada (contrapesa) al otro extremo de la plataforma de rotación y ajústela.
- Gire la base en A de tal forma que los tornillos de ajuste queden a su alcance.
- Gire el tornillo de nivelación de la derecha hasta que la plataforma de rotación esté alineada con el tornillo de nivelación de la izquierda.
- Gire el tornillo de nivelación de la izquierda hasta que la plataforma de rotación esté paralela al lado derecho de la base.
- Haga girar suavemente la plataforma de rotación, frotando con sus dedos la parte inferior de su eje.
- Observe que la plataforma de rotación no oscila al detenerse.
- En caso necesario repita el ajuste de los tornillos hasta que la plataforma de rotación deje de oscilar.



PROCESO DE MEDICION DE TIEMPO

- Detenga el giro de la plataforma de rotación.
- Retire el portapesas.
- Ubique el poste lateral en el radio **R** deseado.
- Ubique la masa cuadrada (contrapesa) de 300gr a una distancia **R'** opuesta al poste lateral.
- Ajuste la longitud del hilo que va desde el poste central hacia el resorte.
- Verifique que la masa **M** quede equilibrada, observando que el hilo que la sostiene este vertical.
- Asegure el poste lateral y la contrapesa.
- Procure que el indicador del resorte en el poste central se encuentre bien centrado.
- Coloque la masa **m** deseada en el portapesas y cuelgue el portapesas.
- El **peso** de esta masa **m** desequilibra la posición de la masa **M** colocada en el poste lateral y cambia la posición del indicador del resorte del poste central.
- Observe y marque con el indicador anaranjado la nueva posición del resorte en el poste central.
- Retire el portapesas con la masa **m**.
- Gire la plataforma frotando suavemente la parte inferior de su eje con sus dedos.
- Aumente la velocidad hasta que el indicador del resorte se ubique en el centro del indicador anaranjado.
- Use un cronómetro y mida el tiempo empleado por la plataforma en realizar **n = 10** vueltas completas.

Marco teórico y Cuestionario

TEORÍA

Cuando un objeto de masa **M**, atado a un hilo de longitud **R**, se hace mover sobre un círculo horizontal, la fuerza centrípeta **F_c** sobre la masa se calcula con la formula (1).

(1) $F_c = Ma_c$ **M** es la masa del cuerpo y **a_c** es la aceleración centrípeta.

(2) $a_c = v^2/R$ **v** es la velocidad tangencial y **R** es el radio de la trayectoria circular.

(3) $v = \omega R$ **ω** es la velocidad angular.

Colocando en la formula (1) las expresiones (2) y (3) se obtiene la formula (4):

(4) $F_c = MR\omega^2$ Aquí podemos observar que la fuerza centrípeta sobre un cuerpo de masa **M** depende de la masa del cuerpo, del radio de la trayectoria **R** y del cuadrado de la velocidad angular **ω²**.

(5) $\omega = 2\pi/T$ **T** es el período o tiempo de una vuelta y **2π** es el ángulo de una vuelta (en radianes).

Colocando en la formula (4) la expresion (5) se obtiene la formula (6):

(6) $F_c = 4\pi^2 MR/T^2$

Para determinar el valor de la fuerza centrípeta, utilizamos un resorte ubicado en el punto central de la plataforma. Observamos cuanto se alarga el resorte bajo la acción del peso de la masa **m+m_p** y luego lo hacemos alargar bajo la acción de la fuerza centrípeta **F_c** que actúa sobre la masa **M**.



LABORATORIO DE MECANICA

Fuerza centrípeta

En estas condiciones el valor de la fuerza centrípeta F_c es equivalente al **peso** del portapesas con la masa $m + m_p$, es decir

$$(7) \quad F_c = (m+m_p)g \quad m \text{ es la masa colocada en el portapesas, } m_p=5\text{gr es la masa del portapesas y } g=9,8\text{m/s}^2 \text{ es la aceleración de la gravedad terrestre.}$$

Para hallar el valor del periodo T utilizamos (8)

$$(8) \quad T = t/n \quad t \text{ es el tiempo de } n \text{ vueltas de la plataforma (medido con el cronómetro) y } n \text{ es el número de vueltas requerido (n=10).}$$

De (6) obtenemos (9) $R = k_1 T^2$ donde (10) $k_1 = F_c / (4\pi^2 M)$ luego

$$(11) \quad F_{ck} = 4\pi^2 k_1 M \quad F_{ck} \text{ es la fuerza centrípeta calculada con base en la pendiente } k_1.$$

De (6) obtenemos (12) $F_c = k_2 / T^2$ donde (13) $k_2 = 4\pi^2 R M$ luego

$$(14) \quad M_k = k_2 / (4\pi^2 R) \quad M_k$$

De (6) obtenemos (15) $M = k_3 T^2$ donde (16) $k_3 = F_c / (4\pi^2 R)$ luego (17) $R_k = F_c / (4\pi^2 k_3)$

Fundamento teórico aplicado al laboratorio, describe las fórmulas tal como el estudiante va a utilizarlas en la práctica. Preguntas relacionadas con la teoría correspondiente. Enumerar las fórmulas.

Procedimiento

Con su carnet solicite los materiales necesarios.

Toma y registro de datos

Realice primero la toma y registro de todos los datos.

Parte I: Variación del Radio R (fuerza centrípeta F_c y masa M constantes)

1. Seleccione una masa M y regístre su valor en la tabla 1.1.
2. Seleccione una masa m y regístre su valor en la tabla 1.1.
3. Seleccione un radio R y regístre su valor en la tabla 1.1.
4. Ejecute el proceso de medición de tiempo.
5. Registre en la table 1.1 el tiempo t medido.
6. Repita cinco veces los ítems 3, 4 y 5 usando cada vez distinto radio R .

Parte II: Variación de la Fuerza F_c (radio R y masa M constantes)

1. Seleccione una masa M y regístre su valor en la tabla 1.2.
2. Seleccione un radio R y regístre su valor en la tabla 1.2.
3. Seleccione una masa m y regístre su valor en la tabla 1.2.
4. Ejecute el proceso de medición de tiempo.
5. Registre en la table 1.2 el tiempo t medido.
6. Repita cinco veces los ítems 3, 4 y 5 usando cada vez distinta masa m .



Parte III: Variación de la Masa M (radio R y fuerza centrípeta F_c constantes)

1. Seleccione una masa m y regístrela en la tabla 1.3.
2. Seleccione un radio R y regístrelo en la tabla 1.3.
3. Seleccione una masa M y regístrela en la tabla 1.3.
4. Ejecute el proceso de medición de tiempo.
5. Registre en la tabla 1.3 el tiempo t medido.
6. Repita cinco veces los ítems 3, 4 y 5 usando cada vez distinta masa M .

Una vez terminada la toma de datos entregue los materiales y solicite su carnet.
Continúe con el análisis de los datos.

Proceso de datos

Utilice las tablas correspondientes 2.1, 2.2 y 2.3 para escribir allí los valores calculados.
Convierta los datos de centímetros a metros y de gramos a kilogramos.
Use la fórmula (8) para calcular los correspondientes períodos T con base en el tiempo t medido.

Parte I: Variación del Radio R (fuerza centrípeta F_c y masa M constantes)

Calcule el cuadrado de cada período y colóquelo en la casilla correspondiente de la tabla 2.1.
Calcule la fuerza centrípeta F_c utilizando la fórmula (7) y coloque el valor hallado en la correspondiente casilla de la tabla 2.1.
Dibuje la gráfica $R = f(T^2)$ utilizando los datos de la tabla 2.1.
Linealice la gráfica, hállele la pendiente k_1 y regístrela en la tabla 2.1.
Calcule la fuerza centrípeta F_{ck} usando la fórmula (11) y la pendiente k_1 hallada.
Considere éste valor F_{ck} como valor teórico.
Determine el error del valor F_c hallado por la fórmula (7).

Parte II: Variación de la Fuerza F_c (radio R y masa M constantes)

Calcule el inverso del cuadrado de cada período y colóquelo en la casilla correspondiente de la tabla 2.2.
Calcule la fuerza centrípeta F_c utilizando la fórmula (7) y coloque el valor hallado en la correspondiente casilla de la tabla 2.2.
Dibuje la gráfica $F_c = f(T^{-2})$ utilizando los datos de la tabla 2.2.
Linealice la gráfica, hállele la pendiente k_2 y regístrela en la tabla 2.2.
Calcule la masa M_k usando la fórmula (14) y la pendiente k_2 hallada.
Considere éste valor M_k como valor teórico.
Determine el error del valor M hallado en la medición.

Parte III: Variación de la Masa (radio R y fuerza F_c constante)

Calcule el inverso del cuadrado de cada período y colóquelo en la casilla correspondiente de la tabla 2.3.
Calcule la fuerza centrípeta F_c utilizando la fórmula (7) y coloque el valor hallado en la correspondiente casilla de la tabla 2.3.
Dibuje la gráfica $M = f(T^2)$ utilizando los datos de la tabla 2.3.
Linealice la gráfica, hállele la pendiente k_3 y regístrela en la tabla 2.3.

Escoja la recta que mejor se adapte a la gráfica y hállele la pendiente y regístrela en la tabla 2.3.
Calcule el radio R_k usando la fórmula (17) y la pendiente k_3 hallada.
Considere éste valor R_k como valor teórico.



Determine el error del valor **R** hallado en la medición.

Análisis de datos

Tablas de datos obtenidos en las mediciones.

Tabla 1.1.

M(gr)	m(gr):	R ₁ (cm)	R ₂ (cm)	R ₃ (cm)	R ₄ (cm)	R ₅ (cm)
m _p (gr)		t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t ₄ (s)	t ₅ (s)

Tabla 1.2.

M(gr)	R(cm)	m ₁ (gr)	m ₂ (gr)	m ₃ (gr)	m ₄ (gr)	m ₅ (gr)
m _p (gr)		t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t ₄ (s)	t ₅ (s)

Tabla 1.3.

R(cm)	m(gr)	M ₁ (gr)	M ₂ (gr)	M ₃ (gr)	M ₄ (gr)	M ₅ (gr)
m _p (gr)		t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t ₄ (s)	t ₅ (s)

Tablas de datos calculados.

Tabla 2.1.

M(Kgr)	m(Kgr)	R ₁ (m)	R ₂ (m)	R ₃ (m)	R ₄ (m)	R ₅ (m)
m _p (Kgr)	k(Nt/Kgr)	T ₁ (s)	T ₂ (s)	T ₃ (s)	T ₄ (s)	T ₅ (s)
F_c(Nt)	F_{ck}(Nt)	T ₁ ² (s ²)	T ₂ ² (s ²)	T ₃ ² (s ²)	T ₄ ² (s ²)	T ₅ ² (s ²)

Tabla 2.2.

	R(m)	m ₁ (Kgr)	m ₂ (Kgr)	m ₃ (Kgr)	m ₄ (Kgr)	m ₅ (Kgr)
m _p (Kgr)	k(Nt/Kgr)	T ₁ (s)	T ₂ (s)	T ₃ (s)	T ₄ (s)	T ₅ (s)
		T ₁ ⁻² (s ⁻²)	T ₂ ⁻² (s ⁻²)	T ₃ ⁻² (s ⁻²)	T ₄ ⁻² (s ⁻²)	T ₅ ⁻² (s ⁻²)
M(Kgr)	M_k(Kgr)	F _{c1} (Nt)	F _{c2} (Nt)	F _{c3} (Nt)	F _{c4} (Nt)	F _{c5} (Nt)

Tabla 2.3.

	m(Kgr)	M ₁ (Kgr)	M ₂ (Kgr)	M ₃ (Kgr)	M ₄ (Kgr)	M ₅ (Kgr)
m _p (Kgr)		T ₁ (s)	T ₂ (s)	T ₃ (s)	T ₄ (s)	T ₅ (s)
R(m)	R_k(m)	T ₁ ² (s ²)	T ₂ ² (s ²)	T ₃ ² (s ²)	T ₄ ² (s ²)	T ₅ ² (s ²)

Tablas de resultados.

Magnitud	Teórica	Experimental	Error absoluto	Error relativo
Fuerza centrípeta F_c(Nt)				
Masa del objeto M				
Radio de la circunferencia				

Están elaboradas en esta sección las tablas con sus respectivas columnas, en donde el estudiante anota los datos recogidos y los resultados numéricos obtenidos por el análisis con las fórmulas matemáticas (si aplica). Las tablas deben contener todas las columnas correspondientes a todos los datos que el estudiante recopila durante el procedimiento.



Preguntas de control

Parte I: Variación del Radio R (fuerza centrípeta F_c y masa M constantes)

Parte II: Variación de la Fuerza F_c (radio R y masa M constantes)

Parte III: Variación de la Masa (radio R y fuerza F_c constante)

¿Cuáles variables fueron medidas directamente?

¿Qué instrumento utilizó en cada caso?

¿Cuál fue el error del instrumento utilizado?

¿Cuál fue el error del instrumento utilizado?

¿Cuál fue el error del experimento?

Conclusiones y observaciones