FUERZA CENTRIPETA

Un cuerpo con movimiento circular uniforme, cuya velocidad sólo cambia de dirección, posee una aceleración dirigida al centro de curvatura, denominada aceleración centrípeta; la magnitud de esta aceleración viene dada por:

$$a = v^2/R \qquad \text{A.1}$$

En donde v es la rapidez y R el radio de la circunferencia descrita en el movimiento. Remplazando en la ec. A.1 la relación $v = \omega R$ y considerando que $\omega = 2\pi f$ se tiene:

$$a = 4\pi^2 R f^2 \qquad \text{A.2}$$

Considerando la segunda ley de Newton, podemos expresar matemáticamente:

$$F = 4\pi^2 R m f^2 \qquad \text{A.3}$$

Esta es la Fuerza Centrípeta, la aceleración de esta fuerza es la misma que la correspondiente a la aceleración centrípeta, es decir, dirigida el centro de la circunferencia. Fig a.1

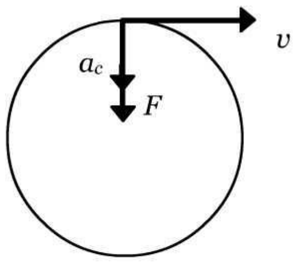


Fig. a.1

Se puede verificar la expresión A.3 manteniendo dos parámetros variables: uno de ellos manipulado por el experimentador y el otro, se someterá a mediciones para analizar su variación en relación a los cambios que sufra el primero.

Realización de la práctica

Previo a realización de la práctica titulada Fuerza Centrípeta, el estudiante debe, identificar el problema a resolver, repasar los fundamentos teóricos en los que se basará la práctica, resolver las preguntas planteadas al final de la unidad.

Problema a resolver

Determinar experimentalmente la fuerza centrípeta que actúa sobre un cuerpo de masa m, el mismo que gira en un plano horizontal con MCU en torno a un eje y sujeto a un resorte.

Base teórica

Para esta práctica es necesario revisar los conceptos de movimiento circular uniforme, ley de Hooke y Fuerza Centrípeta.

Equipos y Materiales a utilizarse

1. Máquina rotatoria
2. Marco rotor
3. Dinamómetro
4. Cronómetro

EXPERIMENTO:

El objeto en rotación es un cilindro metálico m, el cual está sujeto por medio de un resorte helicoidal, que en su otro extremo está fijado a un tornillo de ajuste que posee el marco. El marco se pone en rotación alrededor de un eje, así se le permite al cilindro desplazarse solamente en dirección horizontal. Se mantendrá el radio R, siendo la masa m constante, y las variables serán: La frecuencia f que podrá el experimentador manipular con un rotor de frecuencia variable y la fuerza centrípeta F, que será medida usando la Ley de Hooke. Se espera una relación lineal entre estos dos parámetros, de acuerdo a la ec. A.3. Se debe notar que la masa considerada es la masa inercial del objeto de rotación.

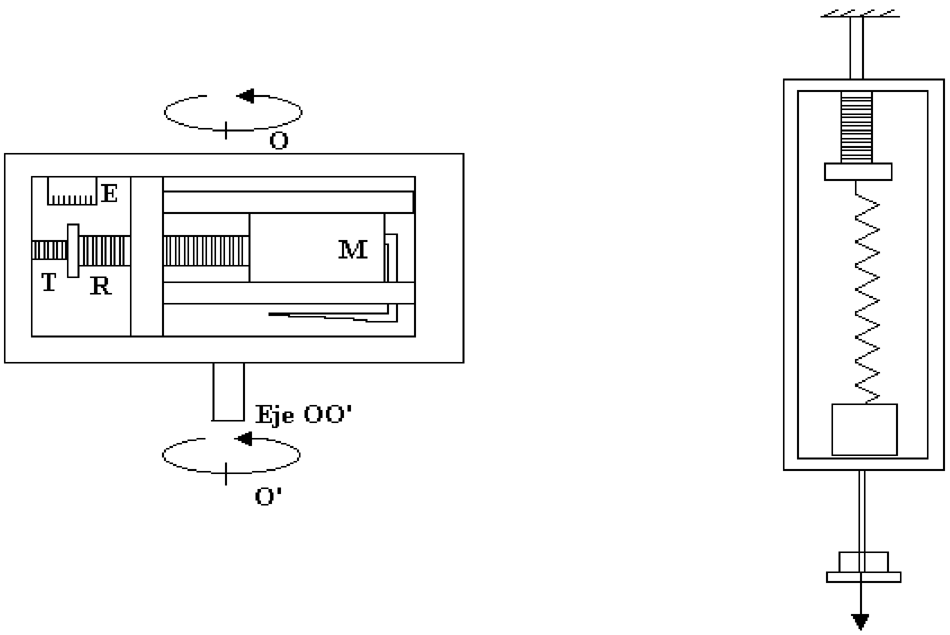


Fig. a.2

Si el marco rota, el cilindro tiende por inercia a expandir el resorte hasta llegar al extremo del marco, el radio de rotación en ese momento será R.

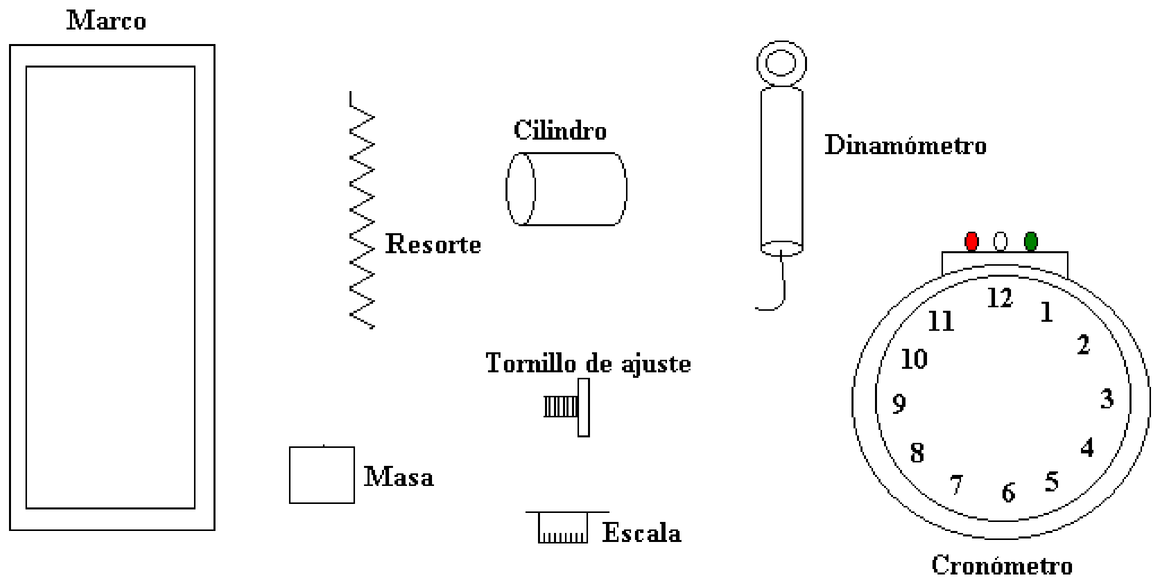


Fig. a.3

Para obtener los cambios deseados en la Fuerza Centrípeta, con el objetivo de lograr cambiar la frecuencia de rotación, se deberá desplazar (con el tornillo de ajuste) el extremo del resorte una distancia δx, de manera que la masa volverá a ocupar la posición extrema de radio R sólo sí se aplica una fuerza adicional $\delta F = k\delta x$ a la fuerza que se tenía inicialmente. En este caso, la fuerza centrípeta será:

$$F = F_0 + \delta F \qquad \text{A.4}$$

Si N es el número de vueltas del tornillo de ajuste, el desplazamiento será:

$$\delta x = SN$$

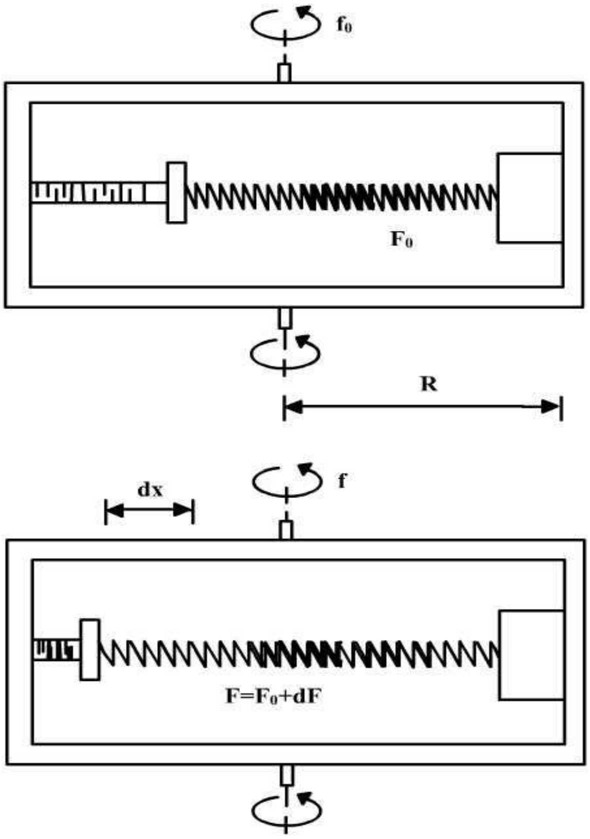
donde S es el paso del tornillo. De acuerdo a la Ley de Hooke, la Fuerza adicional será:

$$\delta F = kSN = k'N \qquad \text{A.5}$$

Combinando las ec. A.5, A.4 y A.3 se tiene

$$F_0 + k'N = 4\pi^2 Rmf^2 \qquad \text{A.6}$$

Se puede observar que la ec. A.6 es equivalente a A.3, esto para cuando el resorte posee una deformación δx antes de que se inicie la rotación del marco.



Despejando de A.6 la frecuencia al cuadrado se tiene

$$f^2 = CN + C_0 \qquad \text{A.7}$$

Donde $C=k'/4\pi^2Rm$ y $C_0=F_0/4\pi^2Rm$

Por tanto, lo que el experimentador puede manipular es N, a través del ajuste del tornillo que se encuentra en un extremo del resorte, y luego regular la frecuencia de giro; se verifican siguiendo el siguiente procedimiento:

Escoja el número N=0 en la escala del marco, girando apropiadamente el tornillo de ajuste.

Instale el marco en el rotor, según las instrucciones del profesor, considerando las seguridades del caso.

A través de un tornillo que regula la posición de un disco de fricción, aumente progresivamente la frecuencia de rotación del marco hasta que el cilindro llegue al tope del marco, lo que será indicado por el levantamiento de una aguja que se encuentra en la parte inferior derecha del marco. En esta posición el radio de rotación es R.

Registre el número de vueltas (en el contador de vueltas), que realiza el marco en rotación durante un tiempo t.

1) Cambie el número N de vueltas, de acuerdo a los valores recomendados en la tabla, repita nuevamente los pasos 1 a 4.
2) Mida y registre el radio R con el calibrador. Registre la masa m registrada en el cilindro.

Método Estático

Debido a que cuando el cilindro está en rotación, este por inercia logra llegar hasta el extremo del marco de rotación, levantando la aguja que posee este; entonces, podemos observar que esta situación se puede lograr sin que el cuerpo este girando, únicamente aplicando una fuerza externa F al marco instalado en el equipo de rotación. Este procedimiento se puede realizar para todos los valores de N (0, 5, 10, 15, 20), registrando el valor de F, obtenido por un dinamómetro, en cada caso. De acuerdo a la ley de Hooke se obtiene:

$$\delta F = k'N$$

La Fuerza total (luego del estiramiento del resorte) en este caso será

$$F_{total} = F_0 + k'N \qquad \text{A.8}$$

Se puede observar que La ec. A.8 es análoga a A.6

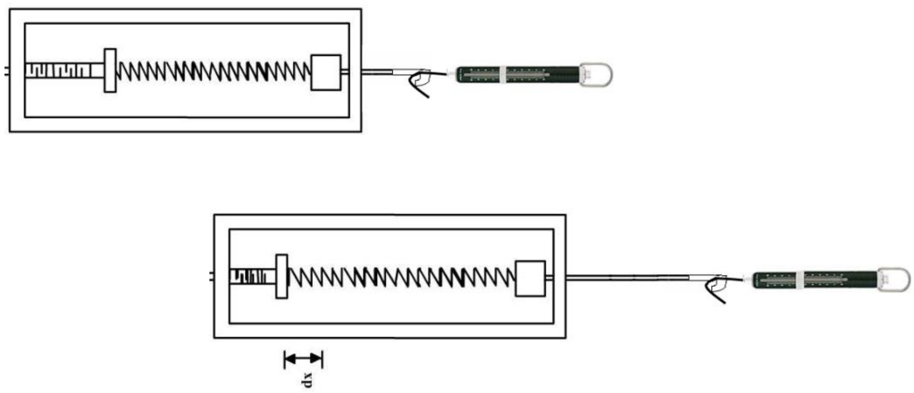


Fig. a.4

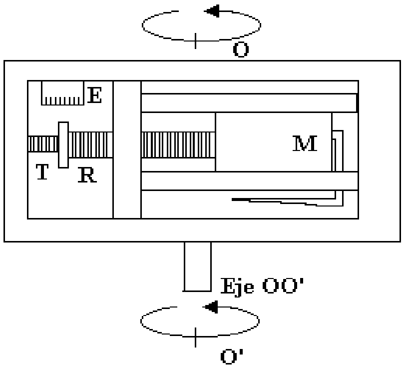
Procedimiento

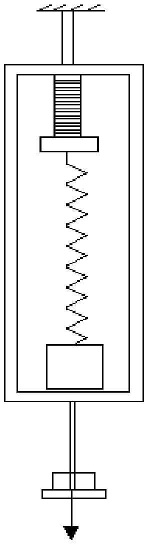
Luego de que usted ha registrado el número de vueltas n, realizado por el marco en un tiempo determinado t, apague la maquina rotatoria y aplique (sin quitar el marco de la máquina) con un dinamómetro una fuerza F, tal que el cilindro llegue a topar el extremo del marco, logrando que se levante la aguja. Registre esta fuerza F. Repita este procedimiento para todos los valores de N.

Prueba de Entrada

1. Si en la medición del valor del valor de la frecuencia f, cada vez que se hace la calibración con la aguja M el observador, nunca observa la aguja, entonces el error introducido es:

A. Instrumental B. Personal C. Externo D. Aleatorio





2. ¿Cuáles son las variables de medición directa?

3. ¿Cuáles son las variables de medición indirecta?

4. ¿Cuál es el significado de F_0? en $F = F_0 + \delta F$

4. ¿A qué equivale la pendiente de la recta en el gráfico f^2 vs N?

5. ¿Cuál será la incertidumbre de k´? $C = k´/4\pi^2 Rm$

6. ¿Cuál será la incertidumbre de F_0? $C_0 = F_0/4\pi^2 Rm$

7. ¿A qué equivale la pendiente de la recta en el gráfico F vs N? según el método estático.

REPORTE DE DATOS Y RESULTADOS

Práctica de Fuerza Centrípeta   Fecha_________   Paralelo____ Prueba de Entrada ____

Apellidos________________________ Nombres_______________ Desempeño en clase ____

Informe Técnico ____

Prueba de Salida ____

Total ____

Objetivos de la práctica

____

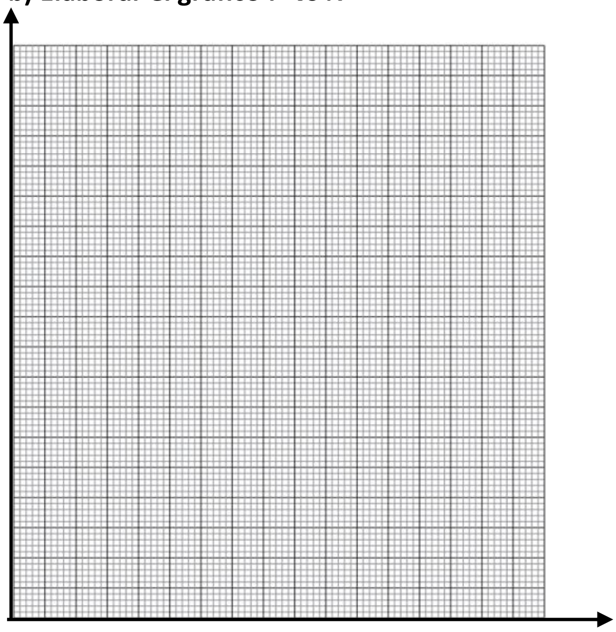
____

Parte Dinámica

a) Complete la tabla de datos mostrada

N	n_i	n_f	$n = n_f - n_i$	t(s)	f = n/t (1/s)	$f^2 (1/s^2)$
0				30.0		
5				30.0		
10				30.0		
15				30.0		
20				30.0		

b) Elaborar el gráfico f^2 vs N



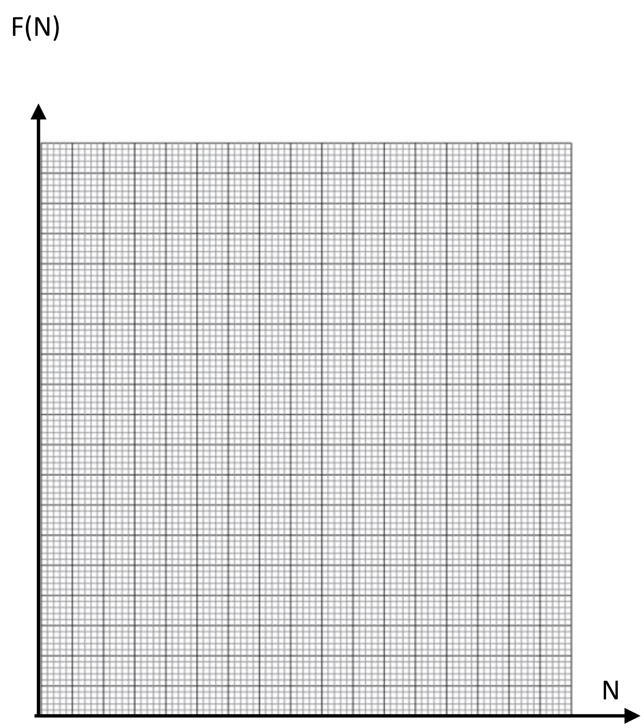
c) Con los valores de $(r \pm \delta r)$ y $(m \pm \delta m)$, determinar $(F_0 \pm \delta F_0)$, usando el valor del intercepto con el eje vertical del gráfico.

PARTE ESTÁTICA

a) Complete la tabla de datos mostrada

N	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**
F(N)					

b) Construya un gráfico F vs N



c) Determine el valor de $(F_0 \pm \delta F_0)$