

ACELERACIÓN ANGULAR

Tema: Dinámica Rotacional

Objetivos: Obtención de la aceleración angular de un disco giratorio mediante el análisis de gráficos obtenidos de mediciones en tiempo real.
Cálculo del Momento de inercia a partir de gráficos obtenidos de mediciones en tiempo real.

Marco teórico:

Cuando una fuerza hacer rotar un objeto, la aceleración angular de este objeto depende de:

1. La magnitud de la fuerza,
2. la dirección de la fuerza,
3. el punto del objeto en el cual la fuerza está aplicada,
4. la inercia rotacional (momento de inercia) del objeto.

En esta experiencia investigaremos las relaciones cuantitativas entre estos tres elementos y la aceleración angular del sistema rotacional. Los fundamentos teóricos que se aplicarán son los de la segunda ley de Newton para la rotación. Se usará como fuerza aplicada una masa que cae.

La aceleración angular (α) depende de la torca aplicada (τ) y al momento de inercia (I) del objeto. $\alpha = \tau / I$. La torca es igual a la fuerza aplicada por la distancia al eje de rotación considerando que la dirección de la fuerza es perpendicular a la distancia, $\tau = \mathbf{F} \mathbf{d}_{\perp}$.

En este caso, la fuerza aplicada es la tensión T , en la cuerda. T debe ser menor que mg , el peso de la masa que cae, puesto que m experimenta una fuerza neta hacia abajo a medida que desciende. Sin embargo, para masas menores de 40 g, los distintos radios de la polea son lo suficientemente pequeños de modo que la aproximación $T = m g$ de un error menor del 1 % en la aceleración angular. Por ello, como aproximación, se usa $m g$ como la fuerza aplicada. Un procedimiento de análisis podría consistir en que la fuerza aplicada (mg) se mantenga constante mientras la distancia \mathbf{d}_{\perp} cambia (\mathbf{d}_{\perp} es el paso en el radio de la polea). Se considera que, una vez elegida la polea, \mathbf{d}_{\perp} se mantiene constante.

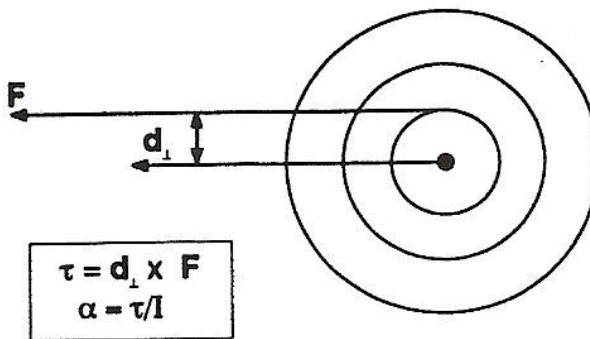


Figura 2. Geometría de la Torca.

Equipamiento a Utilizar

- Aparato para Introducción a la Rotación con accesorios.
- Polea inteligente con soporte y software.
- Polea secundaria con soporte varilla.
- PC compatible.
- Cuerda o hilo.
- Gancho para colgar masas y juego de masas.

Propuesta de trabajo:

1. Instale el aparato como se muestra en la Figura 1. Luego use el nivel de burbuja para nivelar el aparato.
2. Inicie en la PC el programa "Smart Pulley Timer" (SPulley en Gameport)

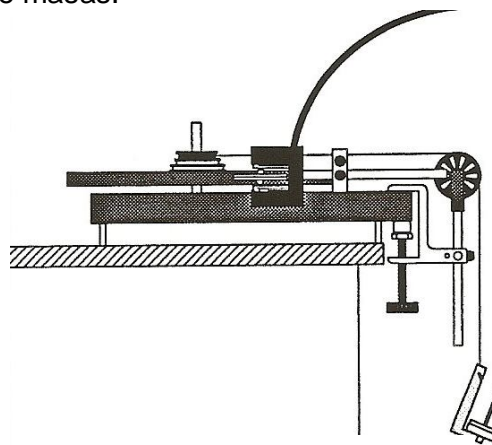


Figura 1. Instalación del Equipo.

3. Una vez abierto el programa presione "Enter" y seleccione, en la pantalla siguiente, la opción "G – Game Port Interface"
4. Enrolle una cuerda de aproximadamente 2 m en la menor de las poleas del eje del disco. Enganche el soporte de masas en el otro extremo y coloque masas en él, por un total de 40 gramos (recuerde que el soporte de masas tiene aproximadamente 5 gramos).
5. Coloque la polea inteligente de modo que se apoye suavemente contra el borde del plato circular. Si el LED está apagado, gire el plato suavemente hasta que la luz se encienda. Ahora seleccione en el menú principal la opción MOTION TIMER. Suelte la masa de modo que caiga mientras la polea inteligente monitorea el movimiento del plato. Justo antes de que la masa llegue al suelo, o que la cuerda se suelte, presione "ENTER" para detener la medición del tiempo.
6. Cuando la PC termine de calcular los tiempos, examine la tabla de datos. Si piensa que la corrida fue buena presione "ENTER", luego seleccione GRAPH DATA para activar el modo gráfico. Cuando el programa pregunte para identificar el tipo de dispositivo usado para interrumpir el haz infrarrojo, seleccione ROTATIONAL APPARATUS. Luego seleccione VELOCITY VS TIME para una gráfica de velocidad tiempo.
7. En el modo gráfico, selecciones STATISTICS, de modo que la PC haga un análisis estadístico de los datos (presione la tecla S, luego presione la barra espaciadora de modo que aparezca un chequeo a la izquierda de su selección). Cuando el gráfico está construido, habrá tres juegos de números en el encabezado. "M"

es la pendiente del gráfico, la cual es la aceleración angular del plato en rad/s^2 .

8. En una tabla registre la aceleración angular obtenida, la masa usada, y el radio de la polea.

Opciones de práctica.

Opción 1

- a. Repita los pasos 4 a 7 con la misma masa pero usando la polea siguiente a la anterior en el eje del plato. Luego repita usando la polea mayor.
- b. Luego repita el proceso desde la polea menor hasta la mayor, pero con masas de 80,120, 160 y 200 gramos.
- c. Represente los valores de aceleración angular y torca en una serie de graficas que permitan sacar conclusiones.

Opción 2

- a. Usando siempre la misma polea y la misma masa, para producir una torca constante, realice el proceso descrito en los puntos 4 a 8 con solo el disco de las tres poleas.
- b. Repita el proceso con disco y anillo metálico, con disco y barra metálica y con dos discos.
- c. Calcule en casa caso el Momento de Inercia y propague el error del resultado.

Consideraciones.

- Los gráficos de la Opción 1 deberían mostrar que la aceleración angular es directamente proporcional a la fuerza aplicada. Finalmente, la aceleración angular es inversamente proporcional al momento de inercia.
- El momento de inercia de un objeto depende de su masa y de cómo está distribuida. En la opción 2 podrían analizarse las siguientes cuestiones:
 1. ¿Qué efecto tuvo el incremento de la masa en la aceleración?
 2. ¿Qué efecto tuvo en el momento de inercia?
El plato, el anillo y la barra tienen aproximadamente la misma masa. Basándose en los datos de aceleración, ordénelos de mayor a menor en términos de sus momentos de inercia.
 3. ¿Los resultados están de acuerdo con la teoría?

Tabla de Datos:

Descripción del objeto rotatorio.	Fuerza aplicada. (F)	Radio de la polea (d_⊥)	Aceleración angular (α)