

## Guía de Laboratorio de Física Mecánica. ITM, Institución universitaria.

### Práctica 11. Aceleración angular.

#### Implementos

Sistema rotante (base), hilo, cinta, cilindro con regla de aluminio, nuez, polea pequeña, juego de masas y porta-masas, varilla corta, soportes universales, balanza, dispositivo óptico digital, transportador, computador.

#### Objetivos

Hacer una medición experimental de la aceleración angular de un sistema rotante compuesto por dos cuerpos rígidos (barra y cilindro uniformes). También se espera hacer uso del momento de inercia para una barra y un cilindro que forman el sistema rotante, los cuales intervienen en el cálculo directo de la aceleración angular teórica del experimento.

#### Teoría

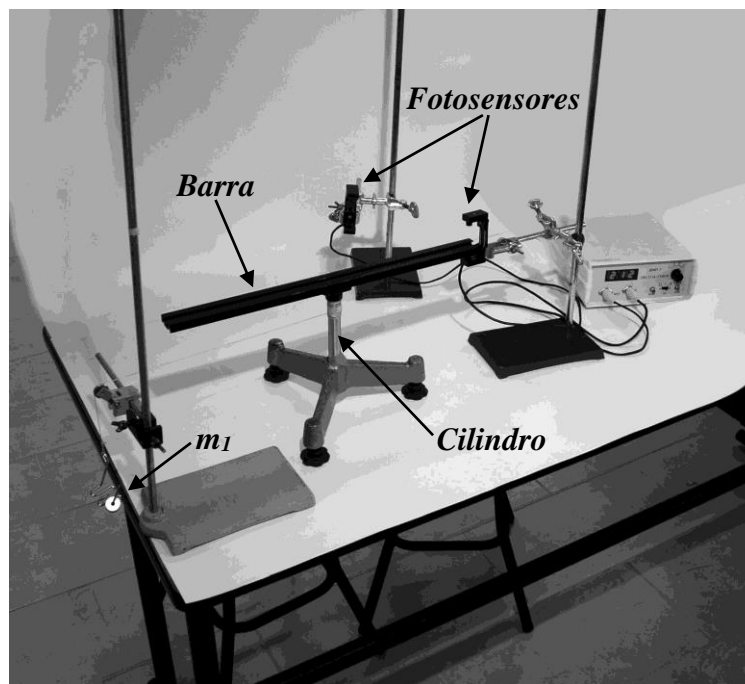


Figura 1. Montaje.

En un sistema rotante como el ilustrado en la figura 1, el cuerpo de masa  $m_1$  está atado al cilindro mediante una cuerda ligera enrollada en el cilindro vertical. La cuerda pasa por una polea pequeña que consideraremos ideal. También se considera ideal la rotación del cilindro, como si en su eje no hubiera fricción. El sistema se suelta desde el reposo, mientras el bloque de masa  $m_1$  desciende y el sistema rotante cilindro-barra empieza a aumentar su rapidez angular con aceleración angular constante, esta última es consecuencia de que se asumiera una situación de trabajo ideal, sin pérdidas de energía por fricción en los ejes ni por rozamiento con el aire ni otros factores, como se esboza en la figura 2.

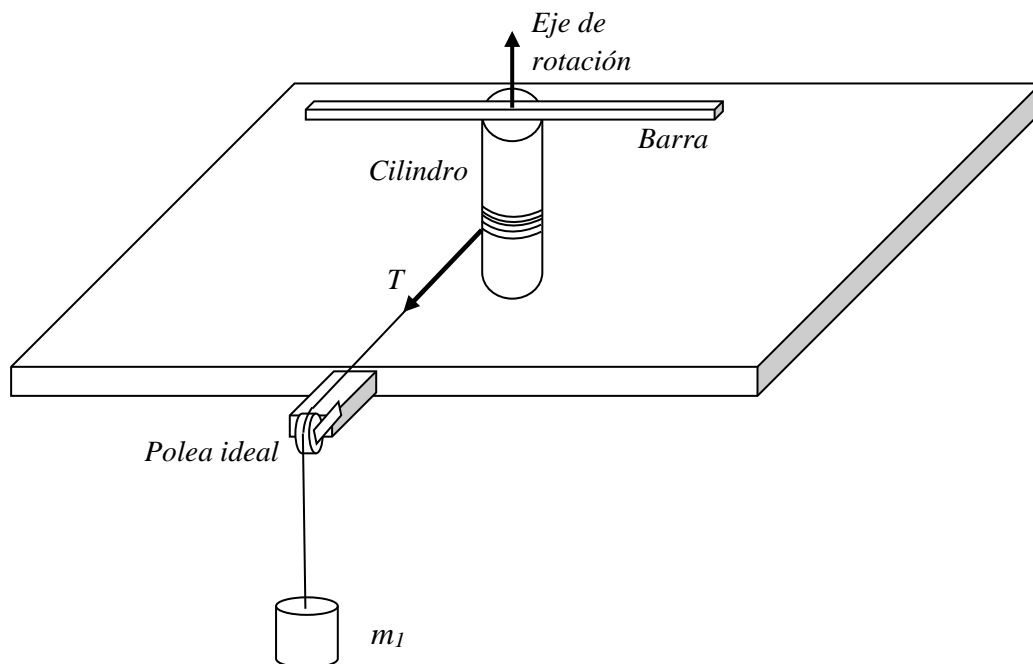


Figura 2. Esquema simplificado del montaje.

La dinámica del bloque de masa  $m_1$  considerada como puntual está determinada por las fuerzas que se ilustran a continuación en la figura 3.a. En la figura 3.b se ilustra una vista aérea del cilindro y del torque  $\tau$  que ejerce la tensión a través de la cuerda sobre el cilindro:

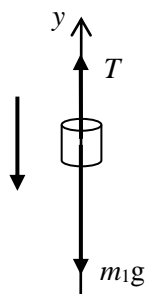
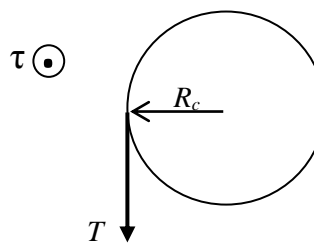


Figura 3.a. Diagrama de fuerzas para el bloque.



3.b. Torque ejercido sobre el sistema rotante.

Donde se tiene que la aceleración traslacional del bloque de masa  $m_1$  es la misma aceleración tangencial de cualquier punto en el borde del cilindro, por lo tanto la dinámica del bloque está determinada por la ecuación (1), mientras que la dinámica del sistema rotante está dada en la ecuación (2). La relación entre la aceleración angular  $\alpha$  y la tangencial del borde del cilindro  $a$ , está dada por la ecuación (3).

$$m_1 g - T = m_1 a \quad (1)$$

$$R_C T = I \alpha \quad (2)$$

$$a = R_C \alpha \quad (3)$$

La tensión de la ecuación (2) y la aceleración de la ecuación (3) se sustituyen en la ecuación (1) y se obtiene así la aceleración angular teórica  $\alpha_{(teor)}$  en función de la gravedad, la masa  $m_1$ , el radio del cilindro  $R_C$  y el momento de inercia del sistema rotante (esta tarea es para el informe). Donde hay que recordar que el momento de inercia del sistema rotante es la suma del momento de inercia del cilindro mas el de la barra rígida uniforme

$$I = I_C + I_B \quad (4)$$

Los momentos de inercia necesarios para esta práctica deben ser consultados por los estudiantes antes de la sesión. Para medir la aceleración angular experimentalmente, se toman varias medidas del tiempo que transcurre mientras que la barra arranca desde el reposo, pasando por el primer sensor, hasta que pasa por el segundo sensor óptico. Con estos datos se hace una gráfica de ángulo contra tiempo, la cual tiene forma parabólica y nos dará la medida de la aceleración angular experimental. Los sensores ópticos deben ubicarse tan cerca como sea posible de la punta de la barra, además de que debe verificarse con atención la trayectoria de la barra al girar para que no golpee los sensores. También es importante acercarse lo máximo posible la punta que dará inicio al contador digital al primer sensor, puesto que se supone que el sistema parte del reposo.

Recuerde que para un movimiento circular uniformemente acelerado la ecuación cinemática para la posición angular es:

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad (5)$$

### Procedimiento e Informe:

1. Realice el montaje experimental mostrado en la figura 1, teniendo en cuenta que el bloque de masa  $m_1$  debe ser superior a 300g, esto es con el fin de que el sistema se acelere eficientemente para nuestros propósitos (el docente debe verificar que todos los grupos de trabajo usen masas diferentes y que tomen medidas de ángulos diferentes). Tenga en cuenta que debe poner una mano para detener la barra apenas pase por el segundo sensor, pues si no lo hace su medida de tiempo se dañará ya que si se permite a la barra pasar de nuevo activará los sensores y se perderá la medida. Mida la masa  $m_1$ , la cual se debe medir incluyendo el porta-pesas en la balanza. La masa de la barra  $m_B$  y la masa del cilindro solo  $m_C$  fueron tomados en el laboratorio. Anote estos datos en la tabla 1, junto con las medidas del radio del cilindro  $R_C$  (el radio mayor) y la longitud de la barra  $L$ , todos con sus unidades en el sistema internacional.

$m_1(\text{Kg})$	$m_B(\text{Kg})$	$m_C(\text{Kg})$	$L(\text{m})$	$R_C(\text{m})$
	0,192	0,335		

Tabla 1.

2. Disponga el sistema de modo que pueda tomar la medida del ángulo entre los sensores de la mejor forma posible. Inicie el registrador digital en modo S2. Ubique los sensores a un ángulo fijo inicial del orden de  $10^\circ$  a  $15^\circ$ , tome la medida de éste en grados en el transportador y páselo a radianes antes de escribirlo en la tabla 2. Observe en la figura 4 la forma de medir el ángulo entre los fotosensores. Tome la medida del tiempo entre los fotosensores 10 veces y promédíelas.

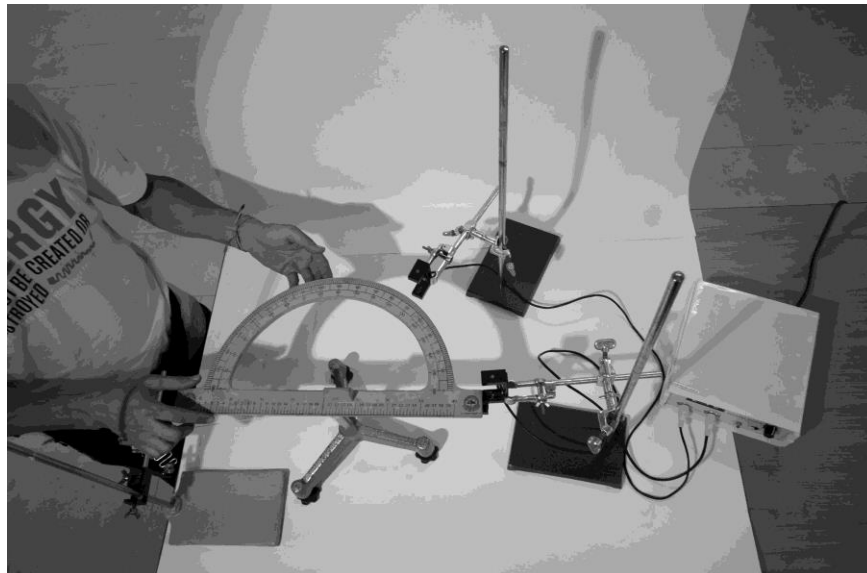


Figura 4. Medida del ángulo

- Distribuya los casi  $180^\circ$  disponibles para que decida de antemano cuales van a ser los seis ángulos para los que va a medir el tiempo, ya que solo un brazo va a pasar por los dos sensores activándolos, y si el segundo brazo llega a activar de nuevo el primer sensor se perderá la medida. Para cada ángulo la medida de tiempo se debe repetir diez veces y anotar el promedio del tiempo para cada ángulo hasta llenar la tabla 2. Recuerde que el aparato debe estar en la escala de  $ms$  y que debe resetearse después de cada medida. También recuerde detener con la mano el movimiento de la barra apenas haya pasado del segundo fotosensor. Es importante que note que en su tabla de datos debe aparecer también el punto (0,0) pues se supone que tanto el ángulo inicial, como la velocidad inicial deben ser cero.

$\theta$ (Rad)	0.0						
$t(s)$	0.0						

Tabla 2.

- Use el programa EXCEL para graficar ángulo contra tiempo con los datos de la tabla 1. Ajuste la curva y la ecuación en modo polinómico grado dos. Encuentre, a partir de la ecuación que entrega EXCEL la magnitud de la aceleración angular experimental  $\alpha_{(exp)}$ , comparándola con la ecuación 5, y escríbala en la tabla 3.

$\alpha_{(teor)}(m/s^2)$	$\alpha_{(exp)}(m/s^2)$	%Error

Tabla 3.

- A partir de las ecuaciones (1), (2) y (3) y (4) y describiendo bien el proceso algebraico, calcule la aceleración angular teórica  $\alpha_{(teor)}$  y llévela a la tabla 3. Calcule el porcentaje de error en la aceleración angular medida y escríbalo en la tabla 3.
- Escriba sus propias conclusiones de la práctica, así como las causas de error en los resultados.

**Recuerde que el informe escrito de esta práctica debe hacerse en el formato de revista entregado por el docente: debe desarrollarse con todos los datos y operaciones correspondientes a cada numeral, relatorio detallado de todos los procesos, gráficas, cálculos detallados de los valores pedidos en el desarrollo de la práctica, incluir causas de error y conclusiones.**