

## DINAMICA DE LAS ROTACIONES

### A- Objetivo de la experiencia:

Cálculo de  $\overline{\omega}$

Cálculo de  $\overline{I}_c$

Verificar conservación de la cantidad de movimiento

### Experiencia 4.1: Cálculo de $I$

#### A- Objetivo de la experiencia:

Determinación experimental del momento de inercia de un conjunto de elementos.

#### B- Elementos necesarios

- Equipo PASCO para dinámica de rotaciones.
- Disco de acero, polea, brazo y esfera de acero.
- Soporte plástico con hilo y anillo livianos.

#### C- Desarrollo Teórico

A un conjunto (cilindro, polea, brazo y esfera incrustada en radio de impacto "r" arbitrario pero fijo) que puede girar libre de fricción, se le suspende un contrapeso como muestra la figura. Así, aplicando la 2° ley de Newton para las rotaciones por un lado y para las traslaciones por otro:

i) la torca  $\tau_c$  generada por la tensión T del hilo en la polea

$$\text{es: } \tau_c = R \cdot T = I_c \cdot \alpha$$

ii) la ecuación para el soporte colgado del hilo es:

$$m_{sop} \cdot g - T = m_{sop} \cdot a$$

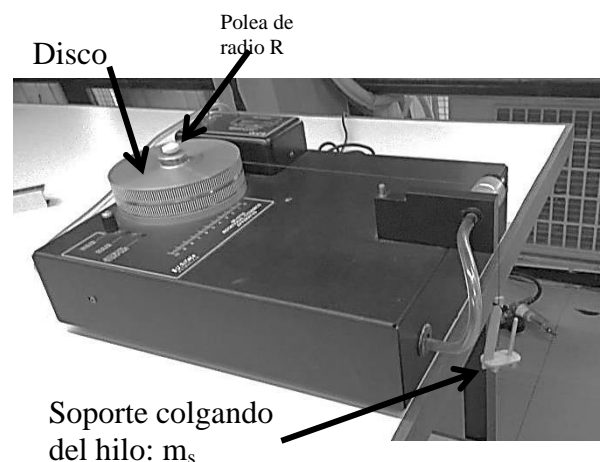
$$\text{donde } a = \alpha \cdot R$$

Despejando T y reemplazando, se llega a la expresión de  $I_c$ :

$$I_c = m_{sop} \left( \frac{g R}{\alpha} - R^2 \right)$$

En estas ecuaciones  $T$  es la fuerza contra la polea (la tensión del hilo),  $R$  es el radio de la polea,  $m_{sop}$  es la masa suspendida (el soporte plástico) y  $\alpha$  es la aceleración angular que adquiere el disco. Todas estas cantidades físicas son conocidas, o fácilmente medibles salvo  $\alpha$  para la cual hay que realizar el procedimiento que se describe más abajo.

#### D- Desarrollo de la experiencia



- Se adosa al conjunto un anillo liviano que tiene un hilo (masa despreciable) enrollándolo en la polea, del que se suspende el soporte plástico.
- Dar paso al aire comprimido, así se genera un colchón de aire que sostiene al disco “flotando” sobre una base.
- Se suelta el soporte para que al caer por su propio peso vaya desenrollando el hilo de la polea y haga girar el disco y se toman las primeras 8 lecturas con las que hay que completar el cuadro a continuación. La pantalla del aparato muestra la velocidad angular del disco en cuentas por segundo (marcas/s). Para obtener  $\bar{\alpha}$  y en  $\text{rad/s}^2$ , se completará la siguiente tabla con 8 lecturas, de las cuales se descartan las 2 primeras, y con las 6 restantes se calcularán 5 variaciones de velocidad angular para obtener una aceleración angular promedio. Las lecturas que se toman del aparato corresponden al número de marcas del disco que pasan por el control por cada 2,0 segundos. Para poder realizar las conversiones de unidades y en la aceleración, hay que tener en cuenta que el disco tiene 200 marcas (200 marcas corresponden a una revolución), y que las lecturas se hacen cada 2 segundos ( $\Delta t = 2\text{s}$ ).

Lectura	$\omega_i$ [marcas/s]	$\Delta\omega_i$ [marcas/s]	$\overline{\Delta\omega_i}$ [marcas/s]	$\bar{\alpha}$ [marcas/s <sup>2</sup> ]	$\bar{\alpha}$ [rev/s <sup>2</sup> ]	$\bar{\alpha}$ [rad/s <sup>2</sup> ]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

## Experiencia 4.2: Conservación de la cantidad de movimiento angular

### A- Objetivo de la experiencia:

Comprobar el principio de conservación de la cantidad de movimiento angular.

### B- Elementos necesarios

- Equipo PASCO para dinámica de rotaciones.
- Balanza.
- Regla.
- Papel carbónico

### C- Desarrollo Teórico

Para poder realizar esta comprobación se cuenta con el equipo formado utilizado en la experiencia anterior para obtener el momento de inercia  $I$  del disco, al que se le adiciona un atrapa pelota. Este dispositivo permite que una esfera de acero de masa  $m$  arrojada desde un plano inclinado, al salir del cual tiene una velocidad  $v$ , quede adherida al disco a una distancia  $r$  del centro y como consecuencia de ello el sistema formado por el cilindro y la esfera de acero comiencen a girar con velocidad angular  $\omega$ . En ausencia de torca externa y de



fricción se cumple que:

$$L_i = L_f$$

$$pr = I\omega$$

$$m_e vr = I\omega$$

### C- Desarrollo de la experiencia.

Este armado experimental consta de una rampa por la que se hace descender una esfera de acero, y que es atrapada por el dispositivo adosado al disco. La distancia a la que la esfera hace impacto con el disco se elige con la ubicación de la rampa respecto del atrapa pelota. Cuando la esfera es atrapada el sistema comienza a girar. Gracias al colchón de aire, no actúa torca externa y el disco gira con velocidad angular constante.

La masa  $m$  de la esfera y la distancia  $r$  a la cual la misma choca con el atrapa pelota se obtienen con la balanza y con la regla graduada adosada a su parte superior del dispositivo atrapa pelota respectivamente; el momento de inercia del disco  $I$  es el se calculó en la experiencia 4.1; por lo tanto quedan por calcular  $v$  y  $\omega$ .

RECORDAR: para todas las cantidades físicas se debe encontrar el error para poder realizar la propagación de errores.



### Cálculo de $\bar{\omega}$

Esta velocidad angular es dada directamente el aparato, pero no en la unidad que se necesita. La pantalla del equipo muestra la velocidad angular en  $n^\circ$  de marcas por segundos. Para obtener  $\bar{\omega}$  en rad/s, se completará la siguiente tabla con 7 lecturas, de las que se descartarán las 2 primeras y se usarán las otras 5 para calcular el valor  $\bar{\omega}$ .

Lectura	$\omega_i$ [marcas/s]	$\bar{\omega}$ [marcas/s]	$\bar{\omega}$ [rev/s]	$\bar{\omega}$ [rad/s]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

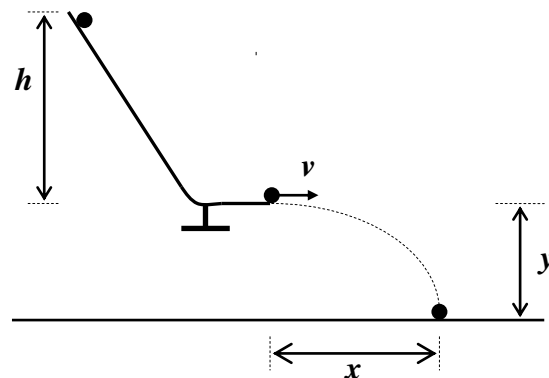
### Cálculo de $v$

Para calcular el valor de la velocidad  $v$ , con que la esfera se separa del plano inclinado. Para ello se puede proceder de distintas maneras:

- Utilizando el principio de conservación de la energía mediante el plano inclinado.

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgy$$

- Mediante las expresiones cinemáticas para un tiro horizontal conociendo el punto de impacto de la esfera con el piso. Para ello se coloca el papel carbónico sobre la mesa de manera que al caer la esfera deje una marca que permita medir la distancia  $x$ . El armado experimental se muestra en la figura.



$$v = \sqrt{2g(h - y)}$$

Aunque  $y \approx 0$ .

### **Experiencia 4.3: Aplicaciones de cantidad de momento angular**

#### **A- Objetivo:**

Mostrar el comportamiento de diferentes sistemas en rotación.

#### **B- Elementos necesarios**

- Banco giratorio.
- Rueda suspendida.
- Rueda apoyada.
- Giróscopo

#### **C- Desarrollo**

Realizar una detallada descripción de los distintos sistemas de rotación mostrados por el profesor. Acompañar cada descripción con un esquema realizado a mano del sistema o una fotografía por cada instrumental de experiencia en el que se debe incluir los vectores peso  $\vec{w}$ , torca  $\vec{\tau}$ , velocidad angular  $\vec{\omega}$ , momento angular  $\vec{L}$ , velocidad angular de precesión  $\vec{\Omega}$ , según corresponda (incluyendo a las personas si forman parte del sistema).