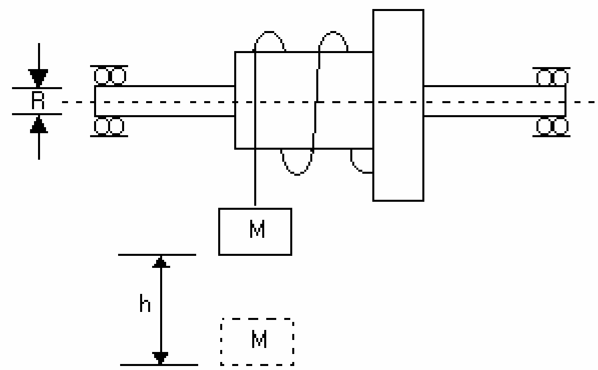
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA Y QUIMICA

Laboratorio Física I

TEMA: Dinámica de la Rotación. Determinación del Momento de Inercia de un Volante.

INTRODUCCIÓN: se determina el momento de inercia de un cuerpo de forma irregular aplicando el método dinámico. El sistema de rotación consta de un disco con carrete y eje apoyado mediante cojinetes. La disposición inercial es la siguiente:



Una masa M vinculada al carrete por un hilo enrollado que se sostiene en un principio y luego se deja caer. El movimiento de la masa en su descenso es uniformemente acelerado en una dimensión, a la ves que el sistema "disco, carrete y eje" inicia el movimiento de rotación.

Las ecuaciones que rigen este movimiento son:

$$P - T = ma \qquad T\,R = I\,\alpha$$

Entonces
$$(P - ma)\,R = I\,\alpha \rightarrow I_{aprox} = \frac{(P-ma)R}{\alpha} \qquad 1$$

Ya se puede calcular el momento de inercia aproximadamente del sistema llamado así porque no se tuvo en cuenta el efecto de la fricción de los apoyos. Si se llama a este momento Mf que se pone al momento motor, deberá restarse del mismo, con lo que el momento de inercia corregido tiene la expresión:

$$I = \frac{(P-ma)R - Mf}{\alpha} \qquad 2$$

la aplicación de la ecuación 2 presenta el inconveniente de tener 2 incógnitas:1 y Mf, por lo que se determina primero el momento de inercia aproximado utilizando la ecuación 1. luego se calcula el momento de fricción y recién se determina el momento de inercia corregido con la ecuación 2.

Realización de la práctica

En toda determinación indirecta se realiza un análisis previo para conocer cuales de los parámetros debe medirse con mayor exactitud, de manera que los errores relativos resulten del mismo orden de magnitud. Se utiliza al respecto la propagación de errores.
Se trata que el descenso de la masa m, desde la altura h medida, corresponda al movimiento uniformemente acelerado partiendo del reposo. Si se mide también el tiempo de caída la aceleración se calcula con:

$$a = \frac{2h}{t^2}$$

el carrete tiene igual aceleración lineal que la masa y medido su radio se puede determinar:

$$\alpha = \frac{a}{R}$$

ya se puede calcular el I aproximado.

Calculo del Momento de Fricción

Se pone en movimiento el sistema (previamente se saca la masa m) observándose el movimiento uniformemente desacelerado. La aceleración angular es decreciente hasta quedar en reposo. Se cuenta él número de vueltas hasta detenerse a partir de un instante convenientemente elegido. Se mide también el tiempo de detención. Él desplazó angular es:

$$\theta = \omega_0 t_1 - \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^{\,2}$$

la velocidad angular $\omega_f = \omega_0 - \alpha_1 t_1 = 0$

entonces $\omega_0 = \alpha_1 t_1$

$$\theta = \alpha_1 t_1 - \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^{\,2} = \frac{1}{2}\alpha_1 t_1^{\,2}$$

donde $\alpha_1 =$ aceleración angular

$t_1 =$ tiempo de detención

$\theta = 2\pi n$ con n = nº de vueltas

$$\frac{1}{2}\alpha_1 t_1^{\ 2} = 2\pi n$$

entonces $\alpha_1 = \dfrac{4\pi n}{t_1^{\ 2}}$

el momento de fricción $M_f = I\,\alpha_1$

$$I = I_{aprox} - \frac{M_f}{\alpha}$$

$$I = I_{aprox} - \frac{I\,\alpha_1}{\alpha}$$

$$I\left(\frac{\alpha + \alpha_1}{\alpha}\right) = I_{aprox} \quad \text{entonces} \quad I = \left(\frac{\alpha}{\alpha + \alpha_1}\right) I_{aprox}$$

el error que se comete si no se considera la fricción es:

$$\Delta I = I_{aprox} - I$$

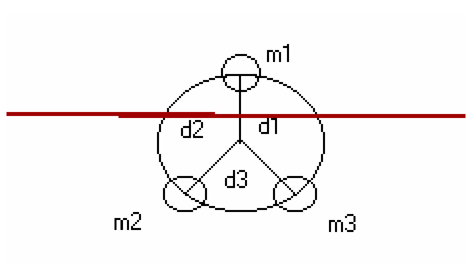
$$\Delta I = I_{aprox} - I_{aprox}\left(\frac{\alpha}{\alpha + \alpha_1}\right) = I_{aprox}\left(1 - \frac{\alpha}{\alpha + \alpha_1}\right) = I_{aprox}\frac{\alpha_1}{\alpha + \alpha_1}$$

el error relativo porcentual :

$$c\% = \frac{\Delta I}{I}100 = \frac{I_{aprox}\frac{\alpha_1}{\alpha+\alpha_1}}{I_{aprox}\frac{\alpha}{\alpha+\alpha_1}}100 = \frac{\alpha}{\alpha_1}100$$

Aplicación Del Teorema De Steiner

Se adosan tres discos de masa m1, m2 y m3 (similares) al disco mayor en lugares simétricamente distribuidos. Se miden sus dimensiones y las distancias de cada uno al eje de rotación con lo que la contribución de los mismos al momento de inercia total se obtiene aplicando Steiner.



$$I_{St} = (\frac{m_1 R_1^{\ 2}}{2} + m_1 d_1^{\ 2}) + (\frac{m_2 R_2^{\ 2}}{2} + m_2 d_2^{\ 2}) + (\frac{m_3 R_3^{\ 2}}{2} + m_3 d_3)$$

Se rehacen los cálculos anteriores consistentes en determinar: $I_{aprox} e I'$ (momento de inercia aproximado y corregido con los discos adosados).
La diferencia (I’- I) debe ser igual al momento de inercia resultante de Steiner (en el margen delos errores).

$I' - I = I_{St}$ Este cálculo se realiza como verificación.

Conclusión:

1. Señale la importancia de la determinación del momento de inercia.
2. Indique las simplificaciones adoptadas en la realización de la práctica.
3. Realicé un análisis critico de las fuentes de error involucradas en la practica, proponiendo otros métodos de medición que considere conveniente.

Bibliografía:

- Física (parte I) – Tipler.
- Física I – Resnick – Holliday.
- Trabajos prácticos de física – Fernández Galloni.
- Apuntes de física – universidad nacional de Córdoba.