LABORATORIO DE FÍSICA

GRUPO N° **1**	CURSO: **Z1062**

PROFESOR: **Ing. Soraya Tortella**

JTP: **Raul Kozlowsky**

ATP: **Sergio Smoisman**

ASISTE LOS DÍAS: **Jueves**

EN EL TURNO: **Noche**

TRABAJO PRÁCTICO N°: **7**

TÍTULO: **MOA Pendulo Fisico**

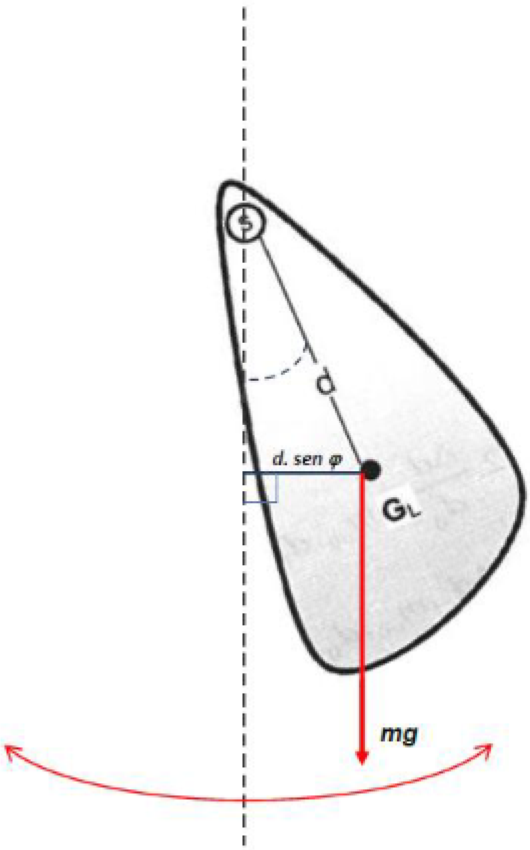
INTEGRANTES PRESENTES EL DÍA QUE SE REALIZÓ	
Federico Nicolas Jaralampidis	**2037397**

	FECHAS	FIRMA Y ACLARACIÓN DEL DOCENTE
REALIZADO EL	27/07	
CORREGIDO		
APROBADO		

INDICACIONES PARA LAS CORRECCIONES:

INTRODUCCIÓN

A lo largo de esta Práctica de laboratorio nos propondremos estudiar el movimiento de un Péndulo Físico. Nuestro Péndulo Físico consta de una delgada lámina de madera, la cual posteriormente se le adicionará una pesa extra en distintos lugares.



Si el cuerpo se aparta de su posición de equilibrio este oscila debido a que la fuerza peso aplicada en el centro de gravedad provoca un momento de rotación alrededor del eje de donde está suspendido.

Para poder continuar con el análisis del movimiento de este péndulo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: Se desprecian las fuerzas no conservativas del sistema, por lo tanto hay conservación de la energía mecánica, en donde la única fuerza conservativa será el peso; El ángulo formado por el segmento "d" y la vertical, será un ángulo no mayor a 17º. Bajo estos criterios el péndulo físico realizará un movimiento oscilatorio armónico).

Finalmente realizarán los cálculos y desarrollos matemáticos para poder hallar el momento de inercia en los siguientes casos: La lámina de madera sin ninguna pesa adicionada (L); La lámina de madera con una pesa adicionada en su centro de masa de la lámina (A); La lámina de madera pero con una pesa adicionada lejos del centro de masa de la lámina (B). Para este último caso calcularemos el momento de inercia por el método de Steiner para verificar si coinciden los momentos de inercia.

Desarrollo de Fórmulas:

Momento de inercia:

Comenzamos el análisis planteando que en este péndulo hay un momento de rotación:

$$1.\ \Sigma\ \vec{M}\ = I\,\gamma$$

Donde el gamma es la velocidad angular. Ésta se puede expresar como la derivada segunda de la posición angular respecto al tiempo.

$$2.\ \Sigma\ \vec{M}\ =\ I\ \frac{d^2\,\varphi}{dt^2}$$

Además en nuestro péndulo físico suponemos que la única fuerza que ejerce un momento de rotación es la del peso.

$$3.\ M_{p,s}\ =\ P\ d\sin\varphi\ =\ mg\sin\varphi\ \cdot\ d$$

Reemplazando 2 y 3 en 1 (el signo menos se debe a que esta fuerza siempre se opone al movimiento de rotación):

$$4.\ -\ I\ \frac{d^2\,\varphi}{dt^2} = mg\sin\varphi\ \cdot\ d \Rightarrow \frac{d^2\,\varphi}{dt^2} = \frac{mg\sin\varphi\cdot d}{I}$$

Esta ecuación se puede simplificar dado que el ángulo phi es lo suficientemente pequeño haciendo que $\sin\varphi\ \approx\ \varphi$

$$5.\ \frac{d^2\,\varphi}{dt^2} = \frac{mg\cdot d}{I}\varphi$$

Esta es una ecuación diferencial, cuya solución es:

$$6.\ \frac{d^2\,\varphi}{dt^2} =-\ \varphi_0\omega^2\cos(\ \omega t)\ =-\ \omega^2\varphi\cos(\omega t)\ =-\ \omega^2\varphi(t)$$

Suponemos $\varphi(t)\ =\ \varphi_0\cos(\omega t)$

$$7.\ -\ \varphi_0\omega^2 cos(\omega t)\ =-\ \frac{mgd}{I}\varphi_0 cos(\omega t) \Rightarrow \omega^2\ =\ \frac{mgd}{I} \Rightarrow I\ =\ \frac{mgd}{\omega^2}\ =\ \frac{mgd\cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$I\ =\ \frac{mgd}{4\pi^2}\ \cdot\ T^2$$

Esta es la fórmula que se utilizará para calcular el momento de inercia.

Steiner:

Se debe considerar el momento de inercia de la lámina y de la pesa, entonces:

$$I_{B'} = I_L + I_{pesa} + m_{pesa} d^2$$

$$I_{B'} = I_L + \frac{1}{2} m_{pesa} r^2 + m_{pesa} d^2$$

Siendo “d” la distancia de donde está la pesa hasta el eje de rotación y “r” el radio de la pesa.

OBJETIVOS

- Hallar el momento de inercia para los casos planteados en la introducción.
- Comparar el momento de inercia para el caso “A” y “B” habiendo aplicado el teorema de Steiner.

Procedimiento Experimental

Materiales;

- Estructura para soportar el péndulo físico.
- Plomada suspendida de un hilo.
- Pesa.
- Lámina de madera con perforaciones para adicionar la pesa.
- Cronómetro.
- Regla metálica milimetrada.

Primero se armó una estructura que pueda soportar el péndulo físico, en este caso, se empleó una madera rígida para hacer de base a la cual se le adiciono un brazo vertical metálico, éste en su extremo tiene un eje en donde estará suspendido el péndulo físico.

Procedimiento:

1. Hallar el centro de gravedad de la lámina de madera.
    1.1. Se sujetó una plomada con un hilo al brazo vertical.
    1.2. En el mismo brazo se suspende el péndulo físico desde un extremo, para luego trazar la línea formada por el hilo de la plomada.
    1.3. Se repite el paso anterior desde distintos extremos hasta hallar el centro de masa.
    1.4. Elegir un extremo de donde quedará suspendido nuestro péndulo físico y medir la distancia desde este punto hasta el centro de masa.

2. Alejar el péndulo Físico formando un ángulo no mayor a 17º. Luego cronometrar el tiempo que tarda el péndulo en realizar 10 oscilaciones.
3. Repetir el paso anterior pero para los casos (A) y (B) descritos anteriormente en la introducción de este informe.
   3.1. Solo para el caso (B) se debe medir la distancia desde el eje donde está el péndulo físico hasta donde se adiciono la pesa.

Resultados

Tabla de mediciones:

	m [kg]	Δm [kg]	d [m]	Δd [m]	n [veces]	t [s]	Δt [s]	T [s]	ΔT [s]	$I\ [kg \cdot m^2]$	$\Delta I\ [kg \cdot m^2]$
L	0,5085	0,001	0,435	0,003	10	15,13	0,3	1,513	0,03	0,125	0,006
A	0,6935	0,001	0,435	0,003	10	14,7	0,3	1,417	0,03	0,161	0,008
B	0,6935	0,001	0,497	0,003	10	16.69	0,3	1,669	0,03	0,24	0,01

Cálculo de magnitudes y propagación de errores:

Aceleración de la gravedad: $g = 9,796999 \frac{m}{s^2}$

Masa de la Lámina: $m_{lámina} = (0,5085 \pm 0,001)kg$

Masa de la pesa: $m_{pesa} = (0,1822 \pm 0,001)kg$

Distancia entre el centro de masa y el eje de rotación: $d = (0,435 \pm 0,003)mm$

Distancia entre el eje de rotación y la pesa: $d' = (0,497 \pm 0,003)mm$

Cálculo del momento de inercia:

$$I_L = \frac{m_{lamina} gd \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{0,5085kg \cdot 9,796999 \frac{m}{s^2} \cdot 0,435mm \cdot (1,513s)^2}{4\pi^2} = 0,125kgm^2$$

$$I_A = \frac{\left(m_{lamina} + m_{pesa}\right) gd \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{(0,5085+0,1822)kg \cdot 9,796999 \frac{m}{s^2} \cdot 0,435mm \cdot (1,417s)^2}{4\pi^2} = 0,161kgm^2$$

$$I_B = \frac{\left(m_{lamina} + m_{pesa}\right) gd' \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{(0,5085+0,1822)kg \cdot 9,796999 \frac{m}{s^2} \cdot 0,497mm \cdot (1,669s)^2}{4\pi^2} = 0,237kgm^2$$

Se desprecia el error absoluto de 4, PI y la gravedad.

$\varepsilon I = \varepsilon m + \varepsilon d + 2\varepsilon T$

$\frac{\Delta I}{I_0} = \frac{\Delta m}{m_0} + \frac{\Delta d}{d_0} + 2\frac{\Delta T}{T_0} \Rightarrow \Delta I = \left(\frac{\Delta m}{m_0} + \frac{\Delta d}{d_0} + 2\frac{\Delta T}{T_0}\right) I_0$

$\Delta I_L = 0,00606 kgm^2 \quad I_L = (0,125 \pm 0,006) kgm^2$

$\Delta I_A = 0,00816 kgm^2 \quad I_A = (0,15 \pm 0,008) kgm^2$

$\Delta I_B = 0,011 kgm^2 \quad I_B = (0,24 \pm 0,01) kgm^2$

Radio de la pesa: $r = (0,0125 \pm 0,003)m$

$I_{B'} = I_{lamina} + I_{pesa} + m_{pesa} d^2 = 0,125 kgm^2 + \frac{1}{2} 0,1822kg \cdot (0,0125m)^2 + 0,1822kg \cdot (0,79m)^2$

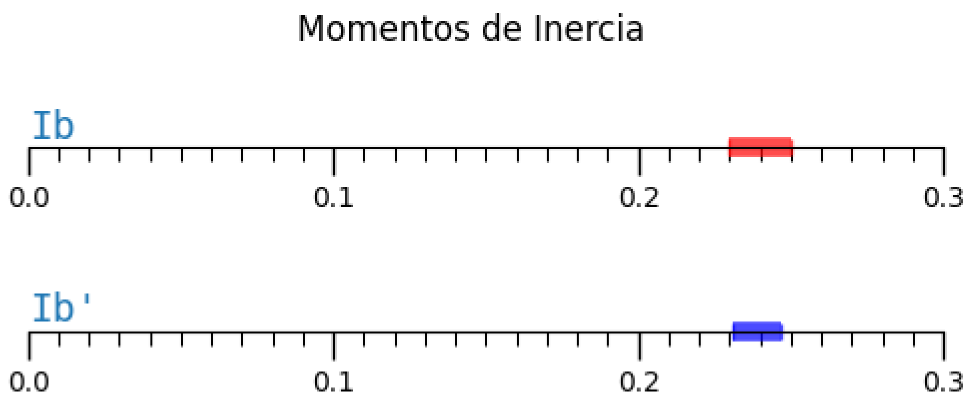
$I_{B'} = 0,2393 kgm^2$

$\Delta I_{B'} = \Delta I_L + \left(\frac{\Delta m}{m} + 2\frac{\Delta r}{r}\right) \cdot \frac{1}{2} m_{pesa} r^2 + \left(\frac{\Delta m}{m} + 2\frac{\Delta d}{d}\right) m_{pesa} \cdot d^2$

$\Delta I_{B'} = 0,00606 kgm^2 + \left(\frac{0,001kg}{0,1822kg} + 2\frac{0,003m}{0,0125m}\right) \cdot \frac{1}{2} 0,1822kg \cdot (0,0125m)^2 + \left(\frac{0,001kg}{0,1822kg} + 2\frac{0,003m}{0,79m}\right) \cdot 0,1822kg \cdot (0,79m)^2$

$\Delta I_{B'} = 0,0075 kgm^2$

$I_{B'} = (0,2393 \pm 0,0075) kgm^2 \quad I_{B'} = (0,239 \pm 0,008) kgm^2$



CONCLUSIONES

En este informe se pudo hallar el memento de un péndulo físico, con distintas distribuciones de masa. A partir de los momentos calculados se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- El momento de inercia no depende de la fuerza con la cual se empuja al péndulo físico. Esto es debido a que el momento de inercia describe cual es la distribución de masas de un cuerpo en relación a un eje de giro.
- Al alejar el péndulo físico de su posición estable, la fuerza del propio peso del péndulo ejerce un momento de rotación. El momento de rotación sí varía según las fuerzas que están involucradas.
- Se puede observar que, a mayor masa, el cuerpo posee mayor momento de inercia.
- Mientras más lejos del eje de rotación estén distribuidas las masas del péndulo físico, tendrá un mayor momento de inercia.

Por último, se puede verificar que las mediciones se hicieron de manera correcta, ya que al aplicar el Teorema de Steiner y comparar el momento de inercia calculado con el momento de inercia medido, se puede observar que el intervalo de medición de $I_{B'}$ está incluido en el intervalo de I_B.

2+(+ ~~[illegible]~~ 61 21061

	m	Δm	d	Δd	n	t	Δt	T	ΔT	I	ΔI
L	0,5085	0,001	0,435	0,003	10	15,13	0,3	1,513	0,03	0,125|6	0,006|~~17~~ $kg\,m^2$
EN CM → A	0,6935	0,001	0,435	0,003	10	14,7	0,3	1,417	0,03	0,161|7	0,008|~~64~~ $kg\,m^2$
B	~~0,4035~~ ↓ 0,6935	0,001	0,497	0,003	10	16,69	0,3	1,669	0,03	0,22|7	0,01|~~029~~

Back Up