Fiuba
Facultad de Ingeniería
Universidad de Buenos Aires
Departamento de Física
FÍSICA I A - 62.01

“Péndulo Físico”

Año 2007
Primer Cuatrimestre
Curso Nº 002

Grupo Nº 02
19 de Junio de 2007

Padrón	Apellido, Nombre	E-mail
88415	MUFFATTI, Lucia	muffalu@hotmail.com
88056	CIAN, Nicolás	nicolascian@hotmail.com
88494	HOOD, Pablo Cristian	hoodpablo@hotmail.com
88174	GRIMMER, Roger Ivan	roger_grimmer@hotmail.com
88729	ARRAZUBIETA, Juan	juanarrazubieta@hotmail.com
--------	HERNANDEZ, Catalina	catalina.hs@gmail.com
88253	PLASTANI, Ignacio	supernp@hotmail.com

CORRECCIONES				**APROBACION**
1ra		**2da**		
Entrega	Devolución	Entrega	Devolución	

Resumen

El trabajo consiste en montar un péndulo físico formado por una placa de forma irregular. Mediante la determinación del centro de masa se hará un gráfico tomando en cuenta su oscilación, longitud de ciertos puntos al centro de masa, la posición del baricentro y la aceleración de la gravedad. Con esos datos, y la masa de la placa definiremos el momento de inercia respecto a un eje que pase por el centro de masa de esta placa. Los resultados obtenidos fueron:

La posición del baricentro: (0.467 s^2 cm; 313,6 cm^2)

Momento de Inercia: (0,18 ± 0,02) m/s^2

Aceleración de la gravedad:(10,1 ± 0,4) m/s^2

Introducción teórica

Cuerpo Rígido.

Un sistema compuesto por muchas partículas es un solidó rígido cuando la distancia entre todas sus partículas componentes, permanecen fija bajo la aplicación de una fuerza torque. Es debido a esto que conserva su forma durante el movimiento.

Péndulo.

Un péndulo es un sistema físico ideal constituido por un hilo flexible, inextensible (de masa despreciable), sostenido por su extremo superior de un punto fijo, con una masa puntual en su extremo inferior que oscila libremente en el vacío. Si el movimiento de la masa se mantiene en un plano, se dice que es un *péndulo plano*; en caso contrario, se dice que es un *péndulo esférico*.

Las fuerzas que actúan sobre la partícula de masa *m* son dos

Una fuerza vertical, el peso *mg*

La acción del hilo, una fuerza en la dirección radial

Descomponemos el peso en la acción simultánea de dos componentes, *mg*·sen*q* en la dirección tangencial y *mg*·cos*q* en la dirección radial.

Podemos considerar al péndulo físico como una generalización del simple, es un cuerpo rígido que oscila en un plano horizontal en torno a un eje que pase por el cuerpo.

Centro de masa (CM o CG).

Cuando cuerpo gira o vibra al moverse, el centro de masa se mueve de la misma manera que se movería una partícula sola sometida a las mismas fuerzas externas. El movimiento del centro de masa de un cuerpo rígido se llama movimiento de translación del cuerpo.

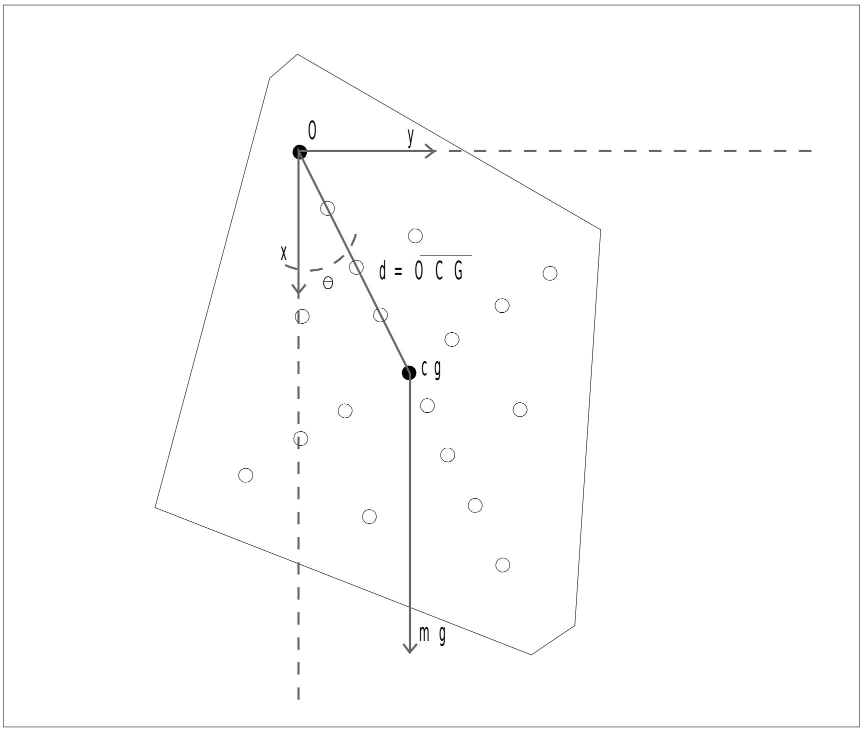
En un cuerpo rígido el numero de partículas es tan grande y sus esparcimiento tan pequeños, que se puede considerar al cuerpo como si tuviera una distribución continua de masa.

Momento de Inercia.

El momento de inercia, también llamado inercia rotacional**,** es una magnitud que da cuenta de cómo es la distribución de masas de un cuerpo o un sistema de partículas alrededor de uno de sus puntos. Se define como

Que para un cuerpo de masa continua, donde m= densidad x volumen se definiría

Como se observa en la formula, interviene el volumen y la densidad: Estas magnitudes varían según la forma geométrica y su composición, respectivamente. Por lo tanto el momento de inercia no es el mismo para todos los casos.



Materiales e Instrumentos

En el trabajo de laboratorio se utilizaron los siguientes materiales e instrumentos:

1. Placa de forma irregular metálica con orificios.
2. Regla Milimetrada (apreciación ± 1mm)
3. Cronometro manual (apreciación ± 0.01seg)
4. Balanza Electrónica (apreciación ± 0.5g, pesada mínima 5g)
5. Cinta Métrica (apreciación ± 1mm)
6. Transportador
7. Esfera
8. Hilo
9. Soporte

Desarrollo

- **Determinación del centro de gravedad de la placa:**
  En primer lugar elegimos tres orificios de la placa aleatoriamente.
  Se tomó uno de ellos, y lo colgamos de un soporte. Se instaló una plomada (esfera metálica atada un hilo) desde ese soporte para ayudarnos a trazar la vertical con origen en el orificio hasta el punto inferior de la placa. Se repitieron los pasos para los dos orificios restantes. El punto intersección entre las 3 rectas formadas por la vertical de cada orificio, es el centro de gravedad.

- **Calculo del periodo:**
  Montamos el transportador en el soporte de manera tal que pudiésemos definir el ángulo desde el cual liberaríamos la placa.
  Para determinar el periodo hicimos oscilar la placa 10 veces desde un ángulo de 5 grados, suspendiéndola desde seis orificios distintos.
  Colocamos el cronometro en cero, tomamos un ángulo aproximadamente de 5° y soltamos la placa mientras que al mismo tiempo iniciábamos el cronometro.
  Al contar 10 oscilaciones del péndulo detenemos el cronometro; aquí tenemos 0,2 seg de error por reacción mano-ojo. Repetimos los pasos para los seis orificios.
  Anotamos los resultados obtenidos para crear la siguiente tabla:

Orificio	Distacia O,CM	Tiempo 10 Osc.
1	(190 ± 1) mm	(10,3 ± 0,2) seg
2	(103 ± 1) mm	(10,4 ± 0,2) seg
3	(200 ± 1) mm	(10,2 ± 0,2) seg
4	(115 ± 1) mm	(10,1 ± 0,2) seg
5	(210 ± 1) mm	(10,6 ± 0,2) seg
6	(210 ± 1) mm	(10,5 ± 0,2) seg

Orificio	Periodo (T)	ΔT
1	1,03 seg	0,02 seg
2	1,04 seg	0,02 seg
3	1,02 seg	0,02 seg
4	1,01 seg	0,02 seg
5	1,06 seg	0,02 seg
6	1,05 seg	0,02 seg

- **Determinación del momento de Inercia:**

  Realizamos el grafico y=f(x) donde $y=d^2$; $y=gx+b$

$$x = \frac{T^2 D}{4\pi^2}$$

(Ver apéndice 1)

Orificio	X	ΔX	Y	ΔY	T	ΔT	d	Δd
1	0,511	0,2	361,0	0,4	1,03	0,02	19,0	0,01
2	0,282	0,1	106,1	0,2	1,04	0,02	10,3	0,01
3	0,527	0,2	400,0	0,4	1,02	0,02	20,0	0,01
4	0,297	0,1	132,3	0,2	1,01	0,02	11,5	0,01
5	0,598	0,2	441,0	0,4	1,06	0,02	21,0	0,01
6	0,587	0,3	441,0	0,4	1,05	0,02	21,0	0,01

Unidades

x y Δx: cm s^2 y e Δy: cm^2 T y ΔT : s d y Δd : cm

Posición del baricentro "B" se encuentra como los promedios de (x,y)

g_{max}=10,5 m/s^2 pendiente de recta máxima.

g_{min}= 9.7 m/s^2 pendiente de recta mínima.

$-k^2_{min}$= -140,0 cm ^{2} radio de giro baricentrico mínimo.

$-k^2_{max}$= -177.5 cm^2 radio de giro baricentrico máximo.

Con el grafico de las rectas máximas y mínimas podemos determinar g que es la pendiente de dichas rectas.

$$g_{rep} = \frac{g_{max} + g_{min}}{2} \qquad \Delta g = \frac{g_{max} - g_{min}}{2}$$

g_{rep} = 10.1 m/s^2 Δg = 0.4 m/s^2

(g ±Δg)=(10,1 ± 0,4) m/s^2

(ver apendice 3)

Obtenemos k^2_{rep} a partir de las ordenadas al origen.

$$k^2_{rep} = \frac{k^2_{max} + k^2_{min}}{2} \qquad \Delta k^2 = \frac{k^2_{max} - k^2_{min}}{2}$$

k^2_{rep} = 169 cm^2 Δk^2= 19 cm^2

k_{rep} = 13 cm

Δk^2= 2 Єr(k) k^2

(ver apéndice 4)

Єr(k)=0,05

Δk=0,7 cm

$(k \pm \Delta k) = (13.0 \pm 0.7)$ cm

Calculamos el momento de Inercia respecto del eje que pasa por el centro de masa con su respectivo error.

La placa pesaba (1037,0 ± 0,5) gr. = 1.0370±0. 0005 kg

$k^2 = \frac{I_G}{m}$ $\quad$ $I_G = m\,k^2$

$\epsilon(I_G) = \epsilon r(k^2) + \epsilon r(m)$ $\quad$ $\Delta I_G = \epsilon r(k^2) + \epsilon r(m)\,)\, I_G$

$I_G = 175253$ gr.cm^2 = 0.18 kg.m^2

$\Delta I_G = 17525.3$ gr.cm^2 = 0.02 kg.m^2

$(I_G \pm \Delta I_G) = (0.18 \pm 0.02)$ kg.m^2

Discusión de resultados y conclusiones

Como ya fue detallado, los resultados obtenidos fueron

La posición del baricentro: (0.467 s^2 cm; 313,6 cm^2)
Momento de Inercia: (0,18 ± 0,02) m/s^2
Aceleración de la gravedad:(10,1 ± 0,4) m/s^2

Determinar el centro de masa experimentalmente, no causo mayores controversias.

Para el calculo del período fue complicado lograr que el péndulo oscilara de forma unidimensional, la placa se movía en forma despareja (no solo pendulaba de derecha a izquierda, sino que también de atrás hacia delante) este hecho se develó cuando determinamos la gravedad cuyos valores obtenidos fueron mayores a los razonable. Ahí nos dimos cuenta de la bidimensionalidad del movimiento y el acarreó del error para el grafico.

Durante la confección del grafico ser precisos fue costoso por la poca precisión de la regla milimetrada, así como la dificultad del observador para centrar la posición.

Un inconveniente importante q se presento durante el trabajo fueron las unidades de cada variable, cuya importancia es EXTREMA, porque era la razón por los cuales los valores q obteníamos no eran razonables. Por ejemplo, en un principio la gravedad nos había dado 9.7 cm/s^2. Además de cometer el error de hacer las cuentas sin unidades. En su conjunto generó un trabajo bastante arduo y engorroso para corregirlo.

Otro punto relevante del trabajo fue los valores que se obtuvieron de g en el grafico. Se observa q el valor de g_{max} es mayor al valor normal de g (9,8m/s2) esto se debe a que la oscilación de la placa no se efectuó en una sola dimensión, la placa oscilaba en mas de una dirección, y por ende se ven afectadas las mediciones de períodos, lo cual hace que se arrastre un error que afecta el valor final de g_{max} .

<u>Apéndice 1</u> “definición de la función representada en el grafico”

Con los datos obtenidos hicimos un grafico, de dos rectas

$y=f(x) = mx+b$

$y=d^2$

$$x=\frac{T^2D}{4\pi^2}$$

Ahora, definida la funcion y relacionada con mis datos., despejamos d y lo reemplazamos en y; para poder determinar correctamente los puntos de la recta con los valores encontrados

$$D=\frac{4x\ \pi^2}{T^2}$$

$$\mathbf{Y =\left(\frac{4x\ \pi^2}{T^4} \right)^2}$$

Con respecto al resto de la formula de mis rectas, se definió en el desarrollo

$m = g$

$b = k^2$

Apéndice 2 " Determinar π"

Para determinar Δx, como detallamos mas abajo, debemos considerar el error del periodo, como el de la distancia de los orificios al centro de masa, y el de π. Este ultimo, queremos despreciarlo determinando la cantidad de decimales que le designaremos en nuestras cuentas para poder lograr que sea 10 veces menor que el de x. Nos ayudamos con la tabla q se muestra mas adelante.

T=Promedio de T_i donde i es cada punto.

d=Promedio de d_i donde i es cada punto.

$$\frac{\Delta x}{X} = \epsilon r\ x = 2\ \epsilon r\ T + \epsilon r\ d + 2\ \epsilon r\ \pi + \epsilon r\ 4 = \frac{2\Delta T}{T} + \frac{\Delta d}{d}$$

$$2x\ 10\ \epsilon r\ \pi \leq \epsilon r\ x = 2\ \epsilon r\ T + \epsilon r\ d = 0.05$$

$$\epsilon r\ \pi \leq 0.\ 003$$

Vr π	**Δπ = π – Vr π**	**Єr π = Δπ/ Vr π**	**10. Єr π**
3	0,141592654	0,042	0,42
3,1	0,041592654	0,013	0.13
3,14	0.001592654	5,07 .10-4	0.005
3,141	0,000592654	1,89 .10-4	0,002

Entonces utilizamos π=3,14

Apéndice 4 "Determinación de errores y de k gráficamente"

$\Delta k^2 = \Delta (k.k) = \Delta k \,.\, \Delta k = 2\, \varepsilon\, k \,.\, k^2$

$\varepsilon (a \times a) = \varepsilon (a) + \varepsilon (a) \rightarrow \varepsilon (k) = \dfrac{\Delta k^2}{k^2 \,.\, 2} = 0{,}05$

Calculo de ($- k^2_{min}$) y ($- k^2_{max}$):

Como el grafico fue realizado en base a una escala, para determinar las constantes de forma mas precisa se hizo uso de una regla de tres simple para encontrarlas.

Sobre el eje de las "y", 4cm equivalen a 100cm^2. Entonces los cálculos son los siguientes:

4cm $\rightarrow$ 100cm^2
-5,6cm $\rightarrow$ -140 cm^2

Entonces, ($- k^2_{min}$)= -140 cm^2

4cm $\rightarrow$ 100cm^2
-7,1cm $\rightarrow$ -177,5 cm^2

Entonces, ($- k^2_{max}$)= -177,5 cm^2

A partir de esos valores se determinará el valor representativo de k^2, mediante la semisuma (como se muestra en el desarrollo) y el error absoluto de k^2 por la semiresta. Luego con ese dato podremos definir k con su respectivo error, como nos pedía el 2do punto.

Apéndice 3 “Calculo de g”

El grafico representa dos rectas cuya formula general es y = gx + b. Con las coordenadas del baricentro de la placa (punto intersección de las dos rectas), podemos calcular los valores de g, pendiente de la recta.

Baricentro = (0.467 s^2 cm; 313,6 cm^2)

b es igual a (- k^2_{min}) y (- k^2_{max}) dependiendo de la recta a la cual le queremos calcular la pendiente.

Recta de pendiente menor (con ordenada = - k^2_{min}):

$313,6 = 0.467g_{min} – 140 \quad \rightarrow \quad g_{min} = 971.3\ cm/s^2 = 9,7\ m/s^2$

Recta de pendiente mayor (con ordenada = - k^2_{max}):

$313,6 = 0,467g_{min} – 177,5 \quad \rightarrow \quad g_{max} = 1051.6\ cm/s^2 = 10,5\ m/s^2$

Bibliografía

Baird. *Experimentación, una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos*. México. Prentice Hall Iberoamericana.1991

Alonso, M y Finn, E. *Física vol.1*. México. Addison-Wesley Iberoamericana.1986.

Castiglioni-Perazzo-Rela. *Física 1*. Buenos Aires. Ed. Troquel.1981.

Sergio, Rossi. *Medición, incertidumbre y cifras significativas*. http://www.fi.uba.ar/materias/6201/MQmedierrcifrsig.pdf. 2007. 21 de marzo.

Apunte para el laboratorio. Física 62.01 *"Introducción teórica."*

Resnick-Halliday. Fisica Parte 1. Editorial Continental. Año 1974.