

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

Guías de Prácticas de Laboratorio	Identificación: ⁽¹⁾ GL-PS-F-1	
	Número de Páginas: ⁽²⁾ 6	Revisión No.: ⁽³⁾ 0
	Fecha Emisión: ⁽⁴⁾ 2011/08/31	
Laboratorio de: ⁽⁵⁾ FÍSICA CALOR Y ONDAS		
Título de la Práctica de Laboratorio: ⁽⁶⁾ PENDULO FÍSICO		

Elaborado por: ⁽⁷⁾ Carlos R Hernández R Angel M Chaparro C	Revisado por: ⁽⁸⁾ Profesores Dpto. de Física.	Aprobado por: ⁽⁹⁾ Comité de Departamento de Física
--	--	---

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

Control de Cambios

Razones del Cambio	Cambio a la Revisión #	Fecha de emisión
Guía de práctica de laboratorio inicial	0	01/04/16
Practica modificada	1	22/05/18



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

1. **FACULTAD O UNIDAD ACADÉMICA:** ⁽¹¹⁾ Departamento de Física
2. **PROGRAMA:** ⁽¹²⁾ Ingeniería: Multimedia, Civil, Mecatrónica, Industrial y Telecomunicaciones.
3. **ASIGNATURA:** ⁽¹³⁾ Laboratorio de Física Calor y Ondas
4. **SEMESTRE:** ⁽¹⁴⁾ Tercero
5. **OBJETIVOS:** ⁽¹⁵⁾
 - Estudiar y caracterizar el péndulo compuesto o físico
 - Determinar el radio de giro respecto al centro de gravedad o centro de masa
 - Hallar la aceleración de la gravedad (en el laboratorio) de manera indirecta a partir de las mediciones efectuadas

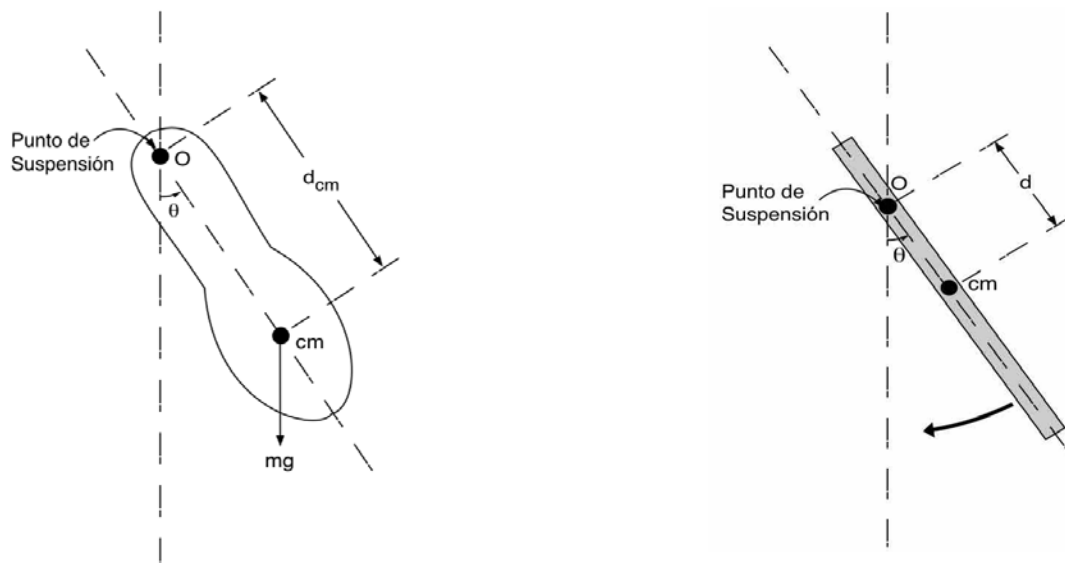


Fig. 1

6. **COMPETENCIAS A DESARROLLAR:** ⁽¹⁶⁾

El estudiante estará en capacidad de:

El uso no autorizado de su contenido así como reproducción total o parcial por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

- Entender y aplicar los aspectos teóricos del péndulo físico al desarrollo de la práctica.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos y el marco teórico, a partir de un análisis gráfico.
- Socializar y argumentar los resultados de su trabajo experimental haciendo énfasis en la funcionalidad que relaciona las variables involucradas y la forma de conocer el valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio.
- Proponer alternativas de solución y plantear cuestionamientos.

7. MARCO TEORICO: ⁽¹⁷⁾

Con base en la bibliografía propuesta, contestar las siguientes preguntas:

- Cuál es la diferencia entre un péndulo simple y un péndulo Físico
- ¿Qué es un péndulo y en particular, qué es un péndulo físico? ¿qué lo caracteriza?
- ¿Bajo qué condiciones a un péndulo físico se le puede considerar como un oscilador armónico simple?
- ¿Qué predicciones teóricas soportan el comportamiento de un péndulo físico?
- ¿Qué es el radio de giro?
- ¿Qué análisis y qué resultados se obtienen a partir de las gráficas?
- Mostrar que el periodo teórico de oscilación de cualquier péndulo físico se puede expresar como:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\text{eje de rot.}}}{Mgd_{\text{cm}}}}$$

Radio de giro de un péndulo físico

El péndulo físico o compuesto es cualquier sólido rígido que pueda oscilar, bajo la acción de la gravedad, alrededor de un eje horizontal o eje de suspensión, que no pase por su centro de gravedad. En este caso el sólido es una barra metálica de longitud L y forma rectangular angosta, fig1.



PENDULO FÍSICO (10)

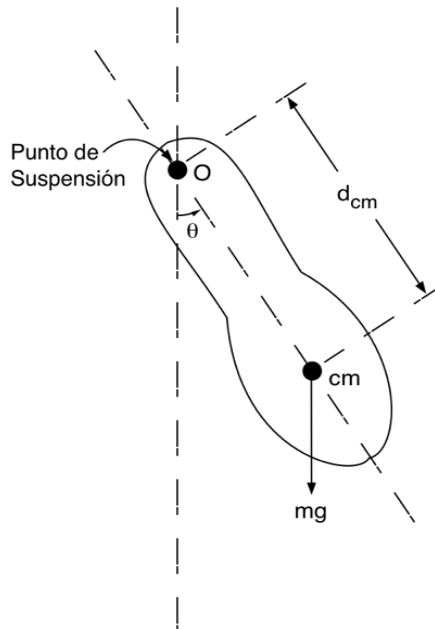


Fig. 2

Para pequeñas oscilaciones el periodo del péndulo compuesto viene dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{mgh}} \quad \text{con } h = d_{CG} \quad (1)$$

Donde I es el momento de inercia respecto al eje horizontal que pasa por el punto de suspensión O , m es la masa del cuerpo, g es la aceleración de la gravedad, h es la distancia entre el centro de gravedad del cuerpo y el punto de suspensión del péndulo.

Con objeto de expresar la ecuación (1) en términos del radio de giro, respecto del c.d.g (G) del cuerpo, es conveniente sustituir en la expresión (1) el valor del momento de inercia del péndulo respecto al eje de suspensión que pasa por O , en términos del momento de inercia I_G del cuerpo respecto a un eje paralelo al anterior que pase por el centro de gravedad (G) del péndulo. Así, sirviéndonos del [teorema de Steiner](#), y llamando K al [radio de giro](#) del cuerpo respecto a este último eje, podemos escribir



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

$$I_0 = I_G + mh^2 \quad (2)$$

Llamando K al radio de giro respecto del c.d.g. del cuerpo y teniendo en cuenta la definición de radio de giro, el momento de inercia del péndulo físico con respecto al c.d.g, en función del radio de giro se expresa como

$$I_G = mK^2 \quad (3)$$

Y sustituyendo (2) y (3) en (1) se obtiene:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{h^2 + K^2}{gh}} \quad (4)$$

Si se representa gráficamente T en función de h se obtendría una curva, con dos ramas, como viene indicado en la figura (3). La existencia de las dos ramas es consecuencia del tipo de la ecuación (4). Físicamente significa que el centro de suspensión se puede elegir por encima o por debajo del c.d.g. tomando así valor positivo o negativo respectivamente. Pero en ambos casos $(+h$ o $-h)$ el periodo toma el mismo valor. Las ramas son simétricas respecto del eje vertical, eso implica que en la práctica nos basta tomar valores de h , a solo un lado del c.d.g.

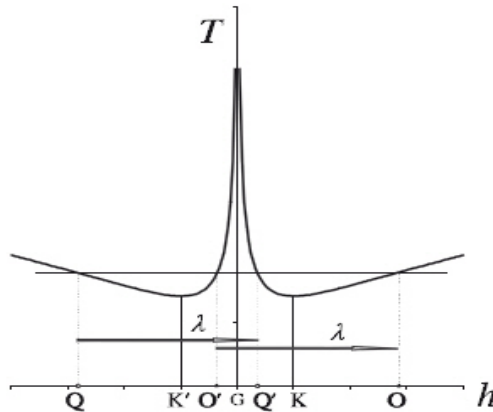


Fig 3

Como queda bien manifiesto en la representación gráfica según Figura 3, la función $T(h)$, dada por el periodo de las oscilaciones, presenta un valor mínimo para un cierto valor de la distancia h existente entre el centro de gravedad y el eje de suspensión. A partir de la expresión (4) es fácil demostrar que el valor mínimo del periodo se presenta cuando $h = K$, esto



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

es, cuando la distancia entre el c.d.g. y el eje de suspensión coincide con el radio de giro respecto a un eje que pasa por el c.d.g.

Este método no resulta suficientemente preciso ya que el mínimo de la curva, que necesariamente hay que trazar sobre una serie de valores experimentales, no resulta muy pronunciado. Este valor necesitamos conocerlo con precisión pues a partir de él se calcula el radio de giro. Para evitar esta dificultad le daremos otra forma, más adecuada para nuestro objetivo. Transformando la ecuación (4) a la forma:

$$hT^2 = \frac{4\pi^2}{g}h^2 + \frac{4\pi^2}{g}K^2 \quad (5)$$

Si hacemos:

$y = hT^2$ Y $x = h^2$; la ecuación (5) se transforma en una relación lineal de la forma

$$y = ax + b,$$

Con pendiente $a = \frac{4\pi^2}{g}$ y punto de corte $b = \frac{4\pi^2}{g}K^2$

Determinados a y b, por medio de la recta de regresión, podemos obtener g y K. Esta determinación se hará ajustando la recta de regresión por el procedimiento de los mínimos cuadrados.

8. MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS, SOFTWARE, HARDWARE O EQUIPOS: ⁽¹⁸⁾

Para esta práctica son básicos los siguientes materiales:

- Una varilla
- Una regla
- Un cronómetro
- Un soporte

9. PRECAUCIONES CON LOS MATERIALES, REACTIVOS, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZAR: ⁽¹⁹⁾

El equipo no requiere de cuidados especiales salvo el cronómetro que debe cuidarse de golpes o uso indebido.

El uso no autorizado de su contenido así como reproducción total o parcial por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

10. CAMPO DE APLICACIÓN: ⁽²⁰⁾

Junto con los aspectos académicos de comprobación de las predicciones teóricas inherentes a la práctica, el estudiante puede percibir la importancia de las propiedades físicas de la materia en casos concretos como los siguientes:

- Construcción de sistemas para la medición de la aceleración de la gravedad en diferentes puntos de la tierra
- Diseño de sistemas periódicos

11. PROCEDIMIENTO, METODO O ACTIVIDADES: ⁽²¹⁾

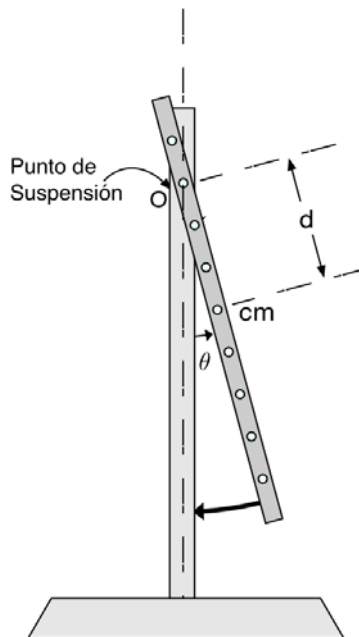


Fig. 4

El péndulo compuesto utilizado en esta práctica consiste en una barra metálica uniforme, de forma rectangular delgada, la cual está suspendida de uno de los orificios de un soporte fijo que le permita oscilar libremente alrededor de un eje horizontal.

- Identifique el c.d.g. de la barra
- Comenzando con la posición más alejada, mida la distancia h correspondiente ($h=d$) y ponga a oscilar la barra con una pequeña



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

amplitud. Mida el periodo T , a partir del tiempo t empleado en realizar 5 oscilaciones. $T = t/5$.

- Repita el paso anterior con diferentes valores de h . Si puede ser, tome al menos 8 valores distintos.
- Construya la tabla de datos t contra h y represente los puntos (T Vs h) en una gráfica en papel milimetrado y trace la gráfica correspondiente a una de las ramas según modelo Fig. 3.
- Determine el valor aproximado del radio de giro K , a partir del mínimo de la gráfica.
- Represente, en otra gráfica en papel milimetrado, los puntos (hT^2 Vs h^2) y ajuste la recta de regresión.
- Sobre esta segunda gráfica trace la recta de regresión. De su pendiente a y de su punto de corte b , calcule los valores de K y de g . Exprese todos los resultados con su cota de error y las unidades adecuadas.

12. RESULTADOS ESPERADOS: ⁽²²⁾ Con los resultados anteriores

- Deduzca la expresión (5) experimentalmente
- Defínase el radio de giro.
- Compare los valores de K , obtenidos por los dos métodos.
- Compruebe analíticamente que el mínimo de la función (5) se presenta cuando $h = K$
- Demuestre que el radio de giro de una barra homogénea de sección rectangular delgada respecto de un eje perpendicular a la barra y que pasa por su centro de gravedad es:

$$K = \sqrt{\frac{L^2}{12}}$$

- Con la fórmula anterior, calcule el radio de giro de la barra del péndulo y compare este resultado teórico con el obtenido experimentalmente.
- Comente los resultados

13. CRITERIO DE EVALUACIÓN A LA PRESENTE PRÁCTICA ⁽²³⁾

20%	Presentación escrita del marco teórico de la práctica a desarrollar que incluye: portada, objetivos, desarrollo del marco teórico, procedimiento, bibliografía y webgrafía; y/o quiz.
80%	Presentación escrita del informe de la práctica totalmente desarrollada, con adecuada ortografía y redacción que incluye:

El uso no autorizado de su contenido así como reproducción total o parcial por cualquier persona o entidad, estará en contra de los derechos de autor



PENDULO FÍSICO ⁽¹⁰⁾

	toma de datos, representación gráfica de los datos (tablas, graficas), análisis e interpretación de los datos y conclusiones.
--	---

Nota: Cada práctica se evaluará en la escala de calificación de cero a cinco y la no asistencia del estudiante a la práctica implicará una nota de cero.

La nota del corte del laboratorio corresponde al promedio de las notas de las prácticas que incluye la nota de la evaluación final en cada corte.

14. BIBLIOGRAFIA: ⁽²⁴⁾

- SERWAY Raymond, Jewett John. Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1. Thomson editores, sexta edición. 2005.
- SEARS, Zemansky, Young. Física universitaria, Volumen 1. Pearson, Addison Wesley. Undécima edición. 2004.
- LEA Susan. Física, la naturaleza de las cosas. Volumen 1. Internacional, Thomson editores, 1999.
- LANE Resse Ronald. Física universitaria, Volumen 1. Thomson editores. 2002.
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/trabajo/pendulo/pendulo.htm>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9ndulo>
- <http://www.fisicarecreativa.com/guias/pendulosimple.pdf>
- <http://www.departamento.us.es/deupfis1/FFI/practicas/Pendulos.pdf>
- http://www.sociedadcolombianadefisica.org.co/revista/Vol36_1/articulos/pdf/3601056.pdf
- http://dfists.ua.es/experiencias_de_fisica/pdfs/3_pendulo.pdf
- http://www.walter-fendt.de/ph11s/pendulum_s.htm