

Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

Corte 03

CÓDIGO

CB03005

2 MARCO TEÓRICO

Fuerza centrípeta y conservación de la energía

1. Objetivos

1.1. General

Verificar el principio de conservación de la energía y la fórmula para la fuerza centrípeta que depende de la masa del objeto sometida al movimiento circular, su rapidez, y el radio descrito por la trayectoria.

1.2. Específicos

- Verificar que la energía potencial se transforma en energía cinética mediante el movimiento de un cuerpo atado a una cuerda.
- Entender cómo la tensión de la cuerda de un péndulo depende de la rapidez del cuerpo en movimiento atado a este.
- Usar la interfaz Vernier para medir la tensión en una cuerda que oscila entre dos puntos.
- Comprobar que el movimiento circular de un objeto genera una fuerza neta denominada fuerza centrípeta.
- Realizar correctamente el diagrama de cuerpo libre en un objeto que se mueve describiendo una trayectoria circular.

2. Marco teórico

Para proceder con el laboratorio, por favor revise la bibliografía y responda las preguntas que se muestran abajo. Se recomienda al lector consultar la siguiente referencia Sears et al., 2009, Cap. 6, Cap. 8. Además, se sugiere al lector revisar los siguientes videos: Video 1, Video 2, y Video 3. Las preguntas a continuación tienen como propósito ayudarle a entender los conceptos de la práctica que será realizada.

1. Una esfera muy pequeña, sujeta a una cuerda de masa despreciable, se suelta desde el punto 1, mostrado en la figura 1.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

CÓDIGO

CB03005

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

Corte 03

2 MARCO TEÓRICO

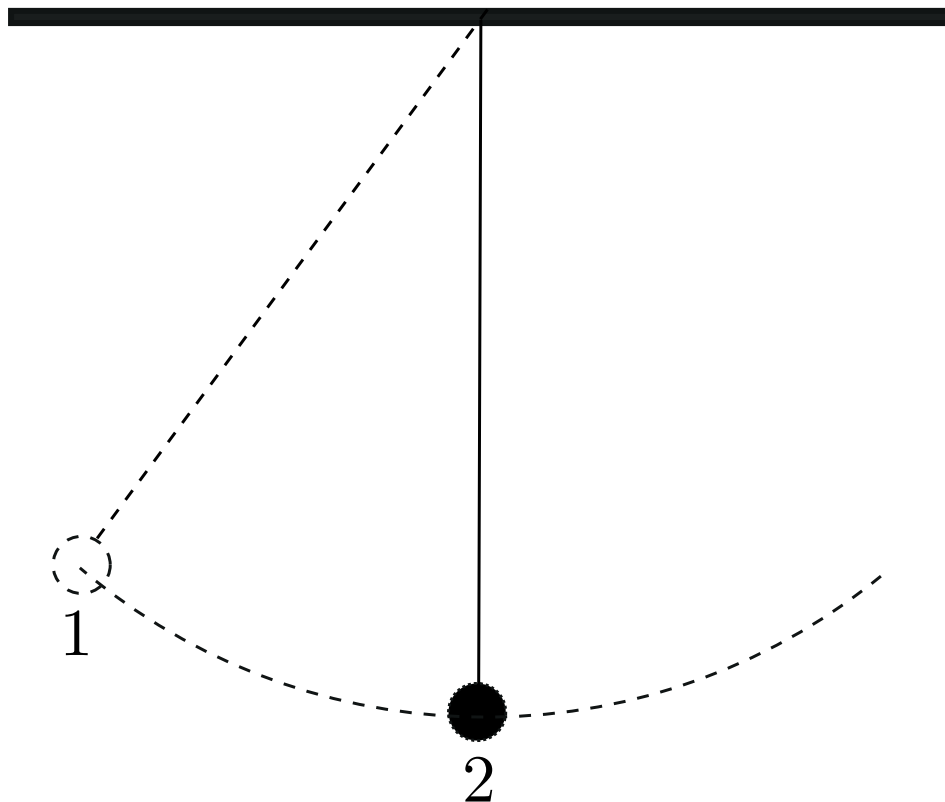


Figura 1: Esfera pequeña que se mueve del punto 1 al 2 mediante la transformación de energía potencial en energía cinética.

Tras seguir un movimiento pendular, la esfera pasa por el punto 2. Justo en ese instante, la dirección del vector velocidad y del vector aceleración centrípeta son, respectivamente:

- a) Hacia la derecha y hacia arriba.
 - b) Hacia la derecha y hacia abajo.
 - c) Hacia la izquierda y hacia arriba.
 - d) Hacia la izquierda y hacia abajo.
2. Una partícula de masa m sigue una trayectoria circular sobre un círculo de radio R . En cierto instante, su rapidez lineal es v . Dos formas correctas de escribir la fuerza centrípeta son ($\omega = v/R$ es la frecuencia angular):
- a) $F_c = mvR$.
 - b) $F_c = \frac{mv^2}{R}$.
 - c) $F_c = m\omega R^2$.
 - d) $F_c = m\omega^2 R$.
3. La fuerza centrípeta es una fuerza neta. Esto quiere decir que, cuando un objeto sigue una trayectoria circular, la suma de fuerzas sobre el cuerpo es igual a la fuerza centrípeta F_c . Matemáticamente,



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

CÓDIGO

CB03005

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

Corte 03

2 MARCO TEÓRICO

$\sum_j \vec{F}_j = m\vec{a}_c$. Para el sistema mostrado en la figura 1, la ecuación que predice la segunda ley de Newton, tras analizar las fuerzas verticales (a lo largo del eje y) que actúan sobre la esfera en el punto 2, se puede concluir que:

- a) $T - mg = -F_c$.
 - b) $T = F_c$.
 - c) $T - mg = F_c$.
 - d) $T + mg = F_c$.
4. En el mismo sistema, h representa la altura desde la cual la partícula de masa m se libera; la etiqueta “1” se utilizará para hacer referencia a este evento. Una vez la partícula es liberada, la gravedad (cuya aceleración es denotada como g) la acelera; cuando esta llega al punto 2, su rapidez es v . Las energías mecánicas en el punto 1 y en el punto 2 se pueden escribir, respectivamente, como (ver figura 2 para más detalles):
- a) $E_1 = mgh$, $E_2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$.
 - b) $E_1 = mgh$, $E_2 = \frac{1}{2}mv^2$.
 - c) $E_1 = 0$, $E_2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$.
 - d) $E_1 = \frac{1}{2}mv^2$; $E_2 = mgh$.

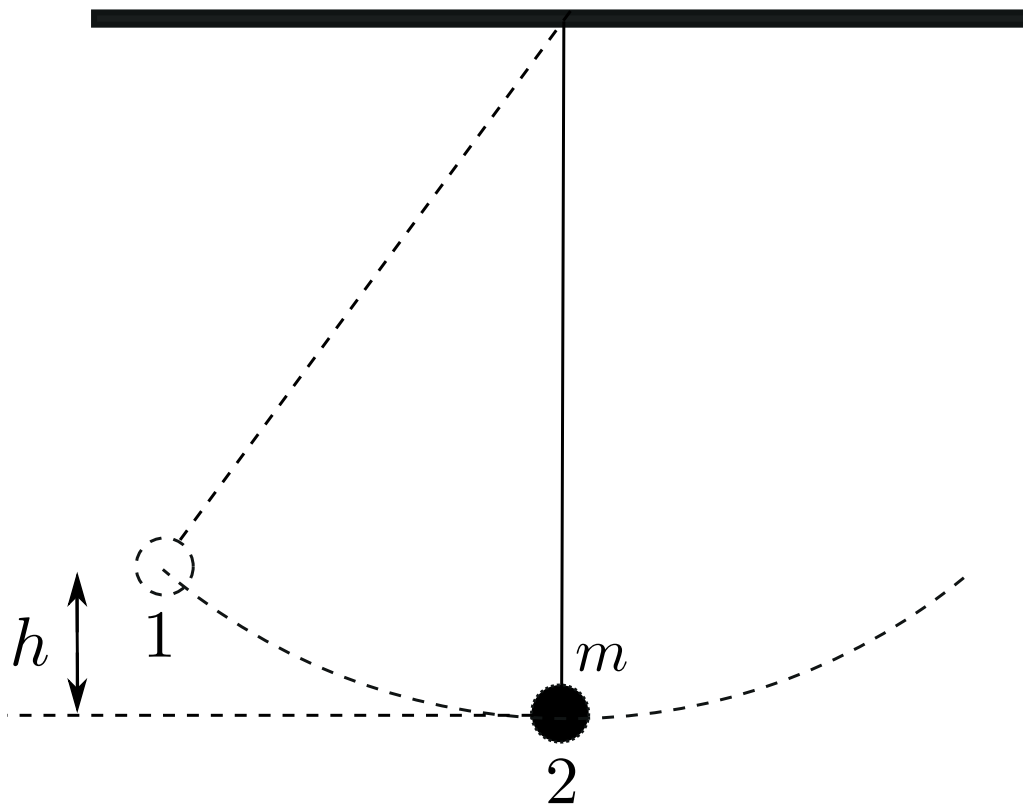


Figura 2: Esfera liberada en el punto 1 que es acelerada por la gravedad y alcanza una rapidez v en el punto 2.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

Corte 03

CÓDIGO

CB03005

3 PROCEDIMIENTO

5. Respecto a la pregunta anterior, como la energía mecánica se conserva, podemos decir que $E_1 = E_2$. Suponga que usted posee un medidor que registra el valor de la fuerza centrípeta en cualquier punto de la trayectoria que describe la masa; en particular, en el punto 2. Usando la conservación de energía, la relación entre la altura inicial de la masa y la fuerza centrípeta es:

- a) $h = \frac{F_c}{2mgR}$.
- b) $h = \frac{F_c R}{mg}$.
- c) $h = \frac{F_c}{mgR}$.
- d) $h = \frac{F_c R}{2mg}$.

6. La relación entre la altura inicial de la masa h y la fuerza centrípeta F_c es lineal. En otras palabras, si en el eje x se grafica la altura y en el eje y la fuerza centrípeta, la relación entre las dos variables se puede escribir de la forma $y = ax + b$, donde a es la pendiente de la recta. En nuestro experimento, la pendiente depende de la gravedad y la masa del objeto que cuelga. Suponga que se le pide calcular la masa del objeto a partir de la regresión; la forma correcta es:

- a) Igualar la masa a la pendiente a encontrada a partir de la regresión lineal.
- b) A partir de la ecuación obtenida, mirar cómo la pendiente a depende de la masa. Una vez establecida la relación, se puede hallar a a partir de la regresión. La expresión encontrada se iguala a la pendiente y se despeja la masa.
- c) Encontrar la pendiente; como esta representa el peso del objeto que cuelga, se divide por la gravedad para encontrar la masa.
- d) Una vez encontrada la pendiente a a partir de la regresión lineal, se saca el inverso. Así, la masa es $m = 1/a$.

3. Procedimiento

Materiales:

- Cuerda ligera.
- Balines o masas pequeñas con una masa suficientemente grande (plomadas).
- Soportes.
- Medidor Vernier. Es necesario usar la aplicación Vernier instalada en un dispositivo móvil o en el computador para la toma de datos. Puede bajar la aplicación en el enlace <https://www.vernier.com/downloads/graphical-analysis/>.
- Regla o calibrador.

Para realizar el experimento, arme la configuración mostrada en la figura 3.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA
FÍSICA

ASIGNATURA
**MECÁNICA Y
LABORATORIO**

CÓDIGO
CB03005

**FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA**

Corte 03

3 PROCEDIMIENTO

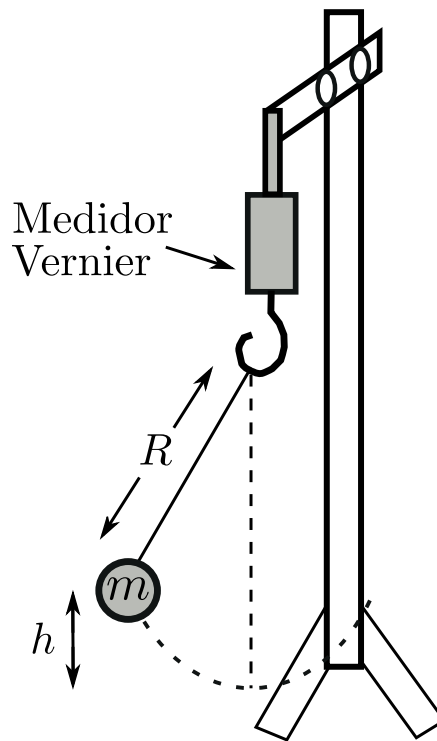


Figura 3: Montaje para el experimento realizado.

Siga los siguientes pasos:

1. Mida la longitud de la cuerda, R y la masa del objeto que cuelga de la cuerda, m . Para ser más exacto, el valor R es la distancia entre el extremo de la cuerda atado al acelerómetro (medidor Vernier) y el centro de la masa que cuelga.
2. Configure el medidor en el computador o en el dispositivo móvil con ayuda de su laboratorista. Calibre el medidor para que registre cero cuando el objeto está quieto en la parte más baja de su trayectoria.
3. Para la toma de datos mueva el objeto desde su posición de equilibrio (ubicada en la parte más baja de la porción de arco dibujado con línea punteada en la figura 3) y llévelo hasta cierta altura, a la cual denominará h ; mida, por supuesto, esta altura.
4. A continuación suelte el objeto y permita que este siga su movimiento pendular; la fuerza medida por el medidor podrá ser visualizada en su dispositivo gracias a la interfaz. La gráfica mostrará un comportamiento oscilatorio. El lugar donde la fuerza registrada es mayor corresponde a la parte más baja de la trayectoria, donde el cuerpo logra su mayor rapidez; registre esta fuerza.
5. Repita el mismo procedimiento para ocho alturas. Note que el valor de los máximos, mostrados en la gráfica de la interfaz, no son necesariamente los mismos, debido a imprecisiones y fluctuaciones naturales asociadas a cualquier experimento. Para obtener un valor más confiable anote el valor de varios máximos para cada altura y calcule su promedio.
6. Luego cambie la masa por otra de diferente valor y repita el mismo procedimiento. Registre sus datos en la tabla 1.



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

Corte 03

CÓDIGO

CB03005

4 ANÁLISIS DE DATOS

Conjunto de datos 1: $R =$; $m_1 =$ (teórico)								
$h(m)$								
$F(N)$								
$m_1(g)$								
Conjunto de datos 2: $R =$; $m_2 =$ (teórico)								
$h(m)$								
$F(N)$								

Tabla 1: Valores de combinaciones de altura y fuerza (F denota la fuerza registrada por el medidor; en últimas, esta es la “tensión” de la cuerda debido a la calibración usada en el medidor). No olvide incluir las incertidumbres en las medidas, cuando así aplique.

4. Análisis de datos

Debido a que el medidor se calibró registrando un valor de 0 N cuando la masa cuelga de la cuerda en el punto más bajo, este desprecia el peso de la masa colgante. Esto implica, en nuestra ecuación de fuerzas, que el medidor registra la tensión de la cuerda, que a su vez coincide con la fuerza centrípeta, $F = T = F_c$.

Ahora, el principio de conservación de energía aplicado entre eventos en los que se suelta el objeto (punto 1) y cuando este alcanza la parte más baja (punto 2) implica que $mgh = \frac{1}{2}mv^2$. Al relacionar la rapidez v con la fuerza centrípeta, de acuerdo con las fórmulas teóricas, se puede despejar la altura en términos de la fuerza centrípeta F_c , medida por el acelerómetro. Si la pregunta 5 del marco teórico fue correctamente respondida, se puede concluir que la relación entre la altura h y la fuerza centrípeta F_c es lineal.

Para corroborar sus resultados analice los dos conjuntos de datos de manera diferente. Para el primero, calcule la masa del objeto colgante directamente a partir de la fórmula que relaciona la altura y la fuerza centrípeta, de acuerdo con la pregunta 5 del marco teórico. Anote cada uno de los ocho valores encontrados en la tabla 1; luego, calcule el valor promedio y regístrelo en la tabla 2, junto con el error porcentual asociado a la medida.

Para el segundo conjunto de datos elabore una gráfica. La altura deberá aparecer en el eje x , mientras que la fuerza centrípeta aparecerá en el eje y . Si llegó a la relación correcta entre la altura y la fuerza centrípeta (ver marco teórico) podrá concluir que la pendiente de la recta dependerá de la masa m , la distancia del extremo superior de la cuerda al centro de la masa colgante R , y la aceleración de la gravedad g . Una vez encuentre la pendiente con la regresión respectiva, encuentre el valor de la masa m_2 . Compárelo con el valor teórico (aquel medido usando una balanza) y calcule el porcentaje de error; registre sus resultados en la tabla 2.



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

CÓDIGO

CB03005

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

Corte 03

4.1 Sección de preguntas

5 CONCLUSIONES

Conjunto de datos 1	Conjunto de datos 2
$m_1 =$ g (promedio)	$m_2 =$ g (regresión)
$P_{error}(m_1) =$	$P_{error}(m_2) =$

Tabla 2: Porcentajes de error (P_{error}) para las masas usadas para cada montaje.

4.1. Sección de preguntas

Para complementar su entendimiento de la práctica realizada responda las siguientes preguntas, con base en sus datos y resultados obtenidos:

1. Suponga que el medidor no se calibra registrando 0 cuando el objeto está en la parte más baja. Por el contrario, el acelerómetro registra 0 cuando no hay nada colgado de él. ¿Cómo se calcularía entonces la fuerza centrípeta?
2. Si se aumentara la longitud de la cuerda, ¿los valores registrados por el acelerómetro serían mayores o menores? Explique.
3. ¿En qué posiciones de la masa la tensión de la cuerda toma el mínimo valor posible? Explique.
4. Cuando usted va en una montaña rusa, su cuerpo puede experimentar fuerzas mayores que el peso. Por ejemplo, si experimenta una fuerza de $3g$, su peso registrado será el triple del medido en condiciones normales. Explique, basado en los conceptos del experimento, cómo puede ser esto posible.
5. ¿Depende el valor de la máxima rapidez (en el punto más bajo de la trayectoria) del valor de la masa del objeto que cuelga? Explique.
6. Las ecuaciones de la cinemática (movimiento uniformemente acelerado) acá no son útiles para relacionar la velocidad con el tiempo que le toma a la masa llegar del punto inicial al punto más bajo. Explique por qué.

5. Conclusiones

Esta sección se incluye para que el estudiante redacte sus propias conclusiones sobre el experimento. Con base en sus resultados, comente el éxito de la práctica. ¿Se cumple la teoría? ¿Qué hipótesis se pudieron verificar? ¿Qué resultados no están de acuerdo con lo esperado? Justifique sus respuestas.

Apéndices

Aceleración centrípeta

La aceleración centrípeta es una aceleración de tipo radial, cuya dirección va del objeto que describe la trayectoria circular al centro del círculo descrito. Esta aceleración depende de la rapidez del objeto y del radio de la trayectoria descrita. Para más detalles puede buscar la fórmula en las referencias mostradas.

Energía cinética

La energía cinética es aquella que posee un objeto debido a su estado de movimiento. Si m es la masa



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



Departamento de Ciencias Básicas

Coordinación de Laboratorios

ÁREA

FÍSICA

FUERZA CENTRÍPETA Y
CONS. DE LA ENERGÍA

Bibliografía

ASIGNATURA

MECÁNICA Y
LABORATORIO

Corte 03

CÓDIGO

CB03005

Bibliografía

del cuerpo y v su rapidez, esta se puede escribir como:

$$K = \frac{1}{2}mv^2. \quad (1)$$

Energía potencial gravitacional

La energía potencial gravitacional describe la energía almacenada por un cuerpo de masa m en presencia de un campo gravitacional. Si h describe la altura del objeto respecto a un punto de referencia (donde se establece la energía potencial como cero), esta se escribe como (bajo la aproximación de campo constante):

$$U = mgh. \quad (2)$$

Principio de conservación de la energía

Este principio establece que la energía mecánica, la suma entre la energía cinética y la energía potencial de un cuerpo, permanece constante. Si E_1 representa la energía mecánica en un instante inicial y E_2 representa la misma cantidad en un instante final, se puede concluir que $E_1 = E_2$.

Porcentaje de error

El porcentaje de error sirve para cuantificar cuán cercano es el valor medido en un experimento respecto a su valor teórico. Si V_{teo} es el valor teórico y V_{exp} el experimental, el porcentaje de error es:

$$P_{error}(V) = \left| \frac{V_{teo} - V_{exp}}{V_{teo}} \right| \cdot 100\%. \quad (3)$$

Referencias

Coloque acá sus referencias, en formato APA. Al final del documento, se muestran las referencias citadas a lo largo de la guía. Las citas están en formato APA, para que entienda el formato y las adapte a los artículos, libros, u otra fuente de información que quiera citar.

Bibliografía

Sears, F., Freeman, R., Young, H., & Zemansky, M. (2009). *Física Universitaria, ed. 12*. Pearson Education. https://biblioteca.ucatolica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=7025&query_desc=ti%2Cwrdl%3A%20Fisica%20Universitaria9



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

