Práctica 1: ENERGIA CINETICA Y ENERGIA POTENCIAL

Nombre: ____

Fecha de realización: _______________________ Grupo: ____________ Calificación: _____________

Objetivo. *Estando determinada la energía potencial de un sistema formado por dos cuerpos, medir su energía cinética*.

Material y Equipo.

1 Riel de aluminio con accesorios
1 Interface Xplorer GLX PASCO
1 Sensor de movimiento PASCO

Fundamento Teórico.

La energía es la capacidad de un objeto para realizar un trabajo. En esta práctica estudiaremos la energía mecánica que puede estar presente en dos formas: como energía cinética o como energía potencial.

Cuando un cuerpo está en movimiento se le asocia una **energía cinética K,** más específicamente la energía cinética es la capacidad de un cuerpo de hacer trabajo en virtud de su movimiento. La energía cinética depende de la masa y la rapidez del movimiento que se relacionan con la fórmula

$$\mathrm{K} = \frac{1}{2} m v^2 \tag{1}$$

Se define la **energía potencial de un cuerpo U**, como aquella que permite realizar un trabajo **W** solo por encontrarse en cierta posición o estado especial, así pues, la energía potencial está en función de la posición del cuerpo, es decir, de su altura *h*; su valor se determina por:

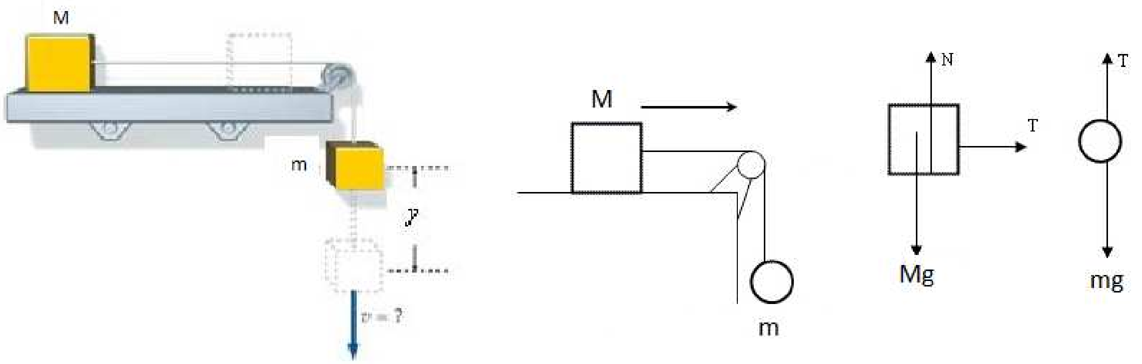
$$U = mgh \tag{2}$$

La energía mecánica total de un sistema es la suma de la energía cinética y la energía potencial, donde debemos tener en consideración la conservación de energía en el sistema.

Actividades.

I. Con el montaje que está en la mesa de trabajo ata al extremo suelto de la cuerda una masa. Permitiendo que el sistema de las dos masas (carrito + peso de la masa colgante) se mueva, partiendo del reposo, este sistema se moverá con un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Usando la interface, obtenemos las mediciones de posición, y velocidad respecto al tiempo.

II. Usando las Leyes de Newton, el valor de la aceleración a la que se moverán las dos masas (carro y masa colgante), despreciando la fricción, se obtiene de la siguiente forma:



Para la masa M:

$$\sum F_x = Ma = T \qquad (1)$$

$$\sum F_y = N - Mg = 0$$

Para la masa colgante m:

$$\sum F_y = T - mg = -ma \qquad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2)

$$Ma - mg = -ma$$

Reescribiendo y despejando obtenemos

$$a = \frac{mg}{M+m} \qquad (3)$$

III. Si utilizas el principio de conservación de la energía mecánica, se puede mostrar que los cambios en la energía potencial son iguales a los cambios en la energía cinética

$$\Delta K = \Delta U \qquad (4)$$

Para el sistema de dos masas de nuestro experimento podemos escribir el cambio de energía cinética y potencial como:

$$\Delta U = mgx \qquad (5)$$

y

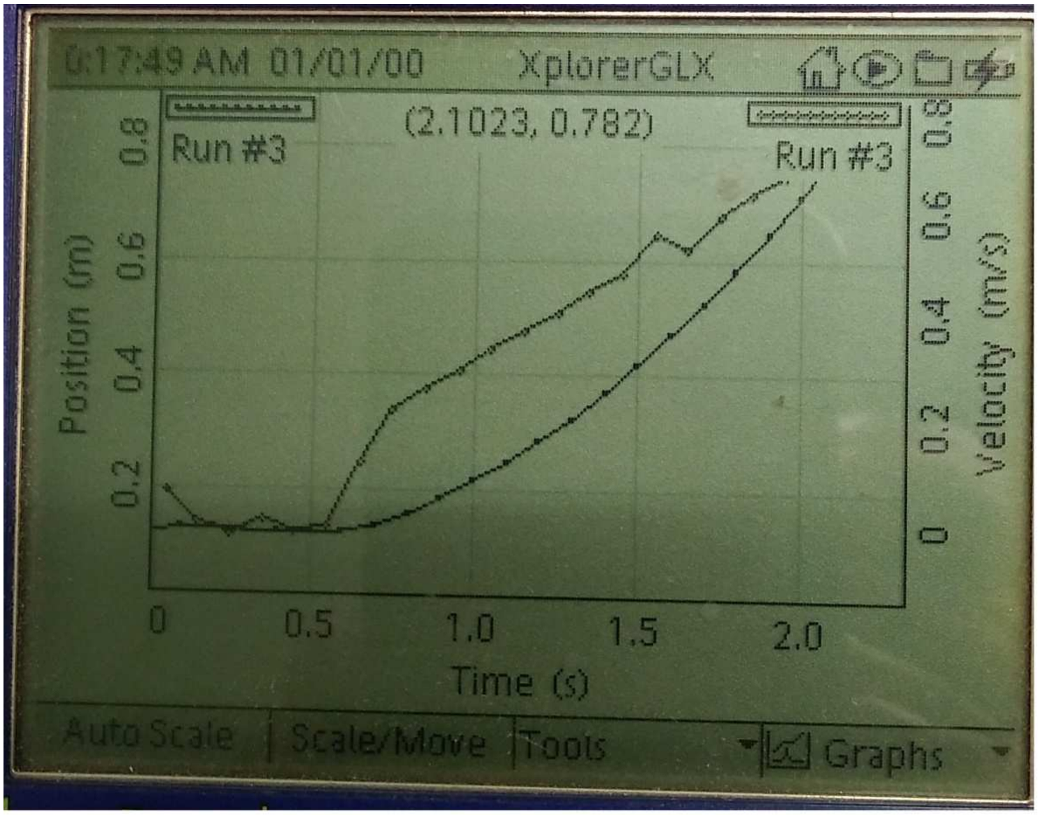
$$\Delta k = \frac{1}{2}V_f^{\,2}(M+m) \qquad (6)$$

Donde m es la masa colgante y M es la masa del carro, x es la distancia recorrida por el carro, que es la misma que cae la masa colgante y v_f es la velocidad final alcanzada por el carro y masa colgante.

A continuación, toma los datos proporcionados por la interfase XPlorer, y anótalos en la siguiente tabla:

#	Time (s)	Position (m)	Velocity (m/s)	Acceleration (m/s/s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Las gráficas que debes obtener con la interfase son como se muestran a continuación



La parte de nuestro interés es al momento que empieza el movimiento que es donde se empieza el trazo de la parábola para la posición y la velocidad es una línea recta, lo cual significa que la velocidad se incrementa uniformemente, es decir con aceleración constante.

Cambio en la Energía Potencial	*Cambio en la Energía Cinética*	
Masa colgante *m=*	*Masa del carro M=*	
$\Delta U = mg(x_f - x_i) =$	$k_f = \frac{1}{2}{V_f}^2(M+m) =$	$k_i = \frac{1}{2}{V_i}^2(M+m) =$
	$\Delta k = k_f - k_i$	$\Delta k =$

IV. ¿Son iguales ΔU y ΔK ? __________________ ¿Por qué sucede esto? ¿Qué porcentaje de energía se conserva?

____

____

____

____

V. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

____

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 2: CONSERVACION DE LA ENERGIA

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo: *Determinar la constante elástica de un resorte de compresión y utilizar éste para lanzar un carro cuesta arriba en un plano inclinado. Comparar la energía potencial elástica almacenada inicialmente en el resorte con la máxima energía potencial gravitatoria alcanzada por el carro.*

Material y Equipo (proporcionado por el laboratorio)

1 Riel de aluminio
1 Carro
1 Lanzador para carro
1 Juego de masas
1 Báscula digital
1 Soporte universal
1 Medidor de ángulo para riel

Fundamento teórico

La constante elástica de un resorte está determinada por la ecuación

$$k = \frac{F}{x_r} \qquad (1)$$

Donde F es la fuerza aplicada al resorte, x_r es la distancia total de deformación del resorte. La energía potencial elástica almacenada en un resorte está determinada por la ecuación

$$U_e = \frac{1}{2}kx^2 \qquad (2)$$

El cambio en la energía potencial gravitatoria de un carro moviéndose hacia arriba a través de un plano inclinado está determinado por la ecuación

$$\Delta U_g = mg\Delta s\sin(\theta) \qquad (3)$$

Donde m es la masa del carro, g es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2), Δs es la distancia recorrida por el carro, θ es el ángulo de inclinación del plano.

Actividades

1. Monta el lanzador en el extremo del riel como se muestra en la Figura 1. Aprieta los tornillos manualmente para asegurarlo.

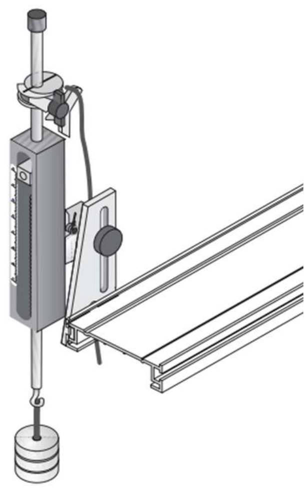


Figura 1. Montaje del lanzador sobre el riel

2. Mide el desplazamiento de la varilla vertical al atar una masa en el extremo y calcula la constante del resorte. Recuerda que $F = mg$. Haz esto para tres pesos colgantes y calcula el promedio

Masa Colgante $\boldsymbol{F = mg}$	**Deformación del Resorte** $\boldsymbol{x_r}$	**Constante del Resorte** $\boldsymbol{k = \frac{F}{x_r}\ \left(\frac{N}{m}\right)}$
		Promedio de la constante: *K* = _______________

3. Eleva 40 cm aproximadamente un extremo del riel como se observa en la Figura 2 para poder realizar lanzamientos a una determinada inclinación.

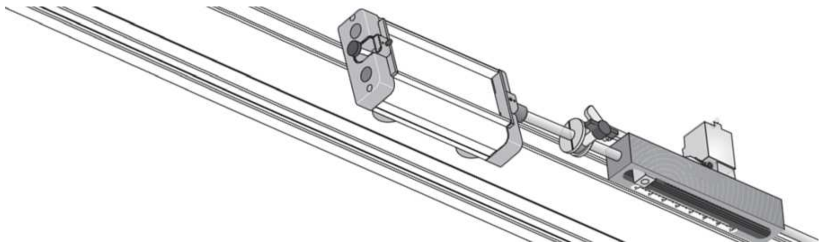


Figura 2. Montaje del lanzador y el carrito con una inclinación.

4. Ajustamos la distancia que se comprimirá el resorte del lanzador. **Nota que** $\boldsymbol{x_c \neq x_r}$

x_c = ________________

5. Colocamos el carro enfrente del lanzador comprimido y la posición inicial que tiene el carro sobre el riel es .

x_1 = ________________

6. Liberamos el lanzador jalando el hilo y obtenemos la posición final que alcanza el carrito. Repetimos cinco veces el lanzamiento y obtenemos de la distancia final alcanzada.

Tabla 1. Registro de lanzamientos

Lanzamiento	**Posición inicial x_1**	**Posición final x_2**	**Distancia recorrida** $\Delta s = \lvert x_2 - x_1 \rvert$.
1			
2			
3			
4			
5			

Sección de Análisis

1. Calcula la energía potencial elástica almacenada en el resorte, ecuación (2), con la distancia que elegiste comprimirlo en cada lanzamiento. En este caso $\frac{1}{2}k(x_c)^2$. k es la constante del resorte que se obtiene en el punto 2, y x_c es la compresión que tiene el resorte durante los lanzamientos

$$U_e = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

2. Calcula el promedio de la distancia recorrida por el carro.

$$\Delta s = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

3. La masa del carrito es

$$m = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

4. El ángulo de inclinación del riel es

$$\theta = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

5. Calcula el cambio en la energía potencial gravitatoria del carro, mediante la ecuación (3)

$$\Delta U_g = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

6. Comparar la energía potencial elástica inicial del resorte y la máxima energía potencial gravitatoria alcanzada. ¿Qué porcentaje de la energía potencial elástica se transformó en energía potencial? ¿Son iguales? Si no es así, ¿qué factores intervienen en esta diferencia?

____

____

____

____

____

7. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 3: CONSERVACION DE LA ENERGIA II

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo: Demostrar de forma experimental que la energía cinética de un balín lanzado de manera vertical se transforma en energía potencial.

Material y Equipo (proporcionado por el laboratorio)

Cañón lanzador PASCO, con balín	Sensor de Movimiento
Balanza digital	Interface Xplorer GLX
Cinta métrica	Cronómetro Inteligente PASCO

Fundamento teórico

La energía mecánica de un balín que es lanzado verticalmente es la suma de su energía cinética más su energía potencial, tanto al inicio del lanzamiento como al final de este y durante todo el recorrido. En un sistema en la vida real existen diferentes factores que pueden hacernos pensar que la energía mecánica no se conserva, este es el caso de la fricción. Si tenemos una fricción muy pequeña o despreciable, podemos pensar que simplemente no existe y en este caso tendremos conservación total de la energía.

En el caso de un tiro vertical la energía potencial inicial del sistema es cero y la energía cinética se define como

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Donde m es la masa del móvil y v es la velocidad inicial del proyectil. Cuando el móvil alcanza su máxima altura h su energía cinética es cero y la energía potencial ahora es

$$U = mgh$$

Donde g es la aceleración de la gravedad. La conservación de la energía nos dice que la energía cinética inicial del balín es igual a la energía potencial final del balín $K_i = U_f$. Para calcular la energía cinética debemos determinar la velocidad inicial del móvil v_o.

Actividades

1. El cañón PASCO que se te proporciona tiene tres seguros, debes identificar cada uno de ellos y ver el alcance vertical para decidir cuál de los tres utilizarás a lo largo de la práctica, es importante que elijas únicamente uno.
2. Coloca el lanzador sobre la mesa en un punto donde tenga el menor movimiento posible, ajusta el ángulo del cañón a 90 grados, de manera que el balín sea lanzado verticalmente, haz algunos disparos de prueba para verificar que el balín no impacte al sensor que está montado en el soporte universal.
3. Primeramente, necesitamos calcular la velocidad inicial con la que sale disparado el balín al abandonar la boca del cañón, para ello se montarán dos fotopuertas en el soporte que está acoplado al cañón (Figura 1) y con ayuda del cronómetro inteligente se medirá el tiempo que tarda el balín en pasar por las dos compuertas.

Figura 1. Lanzador colocado verticalmente con dos fotopuertas acopladas.

4. Realiza 5 lanzamientos y luego obtén un el tiempo promedio

Lanzamientos verticales	**Tiempo (s)**
1	
2	
3	
4	
5	
Tiempo promedio:	

5. La distancia de separación de las dos foto compuertas es de 10 cm, por lo que se puede calcular v_{0y} a partir del movimiento acelerado $y - y_0 = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$, despejando, tenemos que:

$$v_{0y} = \frac{0.1}{t} + \frac{1}{2}gt$$

$$v_{0y} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

6. Enseguida será necesario determinar la altura máxima alcanzada por el balín. La altura se medirá utilizando un sensor de movimiento y una interfaz *Xplorer*. Conecta el sensor a la *Xplorer*, verifica la posición en la que ensambla adecuadamente como se muestra en la figura 2.

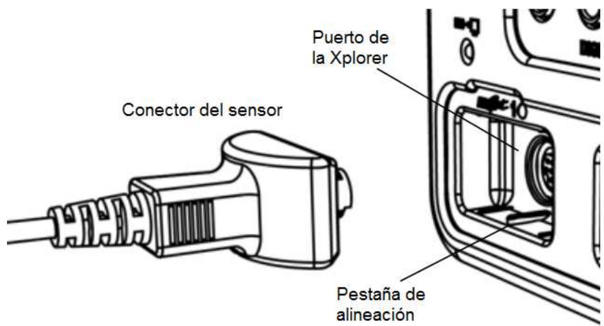


Figura 2. Conexión del sensor de movimiento con la interfaz Xplorer.

7. Retira las fotopuertas y coloca el soporte universal de tal manera que el sensor quede en la misma dirección a donde apunta el cañón (Figura 3). Enciende el Xplorer y presiona el ▶ botón para empezar a medir la posición del balín.

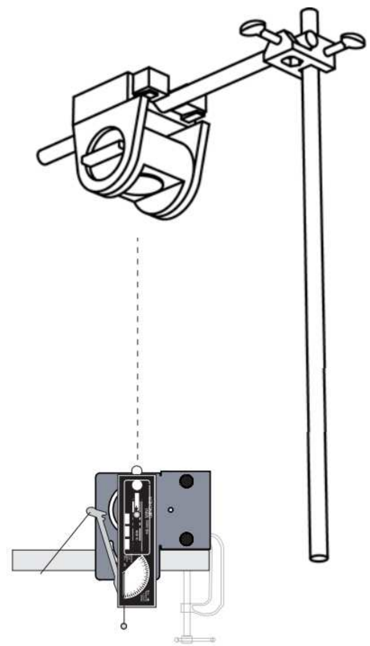
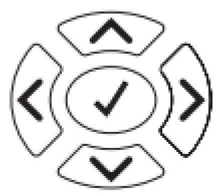


Figura 3. Montaje del sensor de movimiento.

8. Una vez que hayas realizado el lanzamiento vertical vuelve a presionar el mismo botón para terminar de tomar los datos.
9. Desplázate por los datos tomados utilizando los botones de dirección siguientes.



10. Determina la posición máxima y mínima registrada por la interface. Usa el cursor para desplazarte por la gráfica del movimiento e identifica las posiciones mínima y máxima. La diferencia de esas dos posiciones es la altura máxima alcanzada por el balín. Realiza 5 lanzamientos y obtén un promedio.

Lanzamientos verticales	**Distancia Mínima**	**Distancia Máxima**	**Diferencia de Posiciones**
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio:			

11. Obtén los valores de la energía cinética inicial, la energía potencial final y finalmente calcula el porcentaje de diferencia entre una y otra. Anota tus resultados en la siguiente tabla.

Distancia vertical recorrida por el balín	
Masa del balín	
Energía cinética inicial	
Energía potencial final	
Porcentaje de diferencia	

12. ¿Cómo afecta la fricción a los resultados de la energía cinética y potencial?

____

____

____

13. Con ayuda del principio de conservación de la energía, calcula la energía que pierde el sistema por la fricción.

____

____

____

14. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 4: CONSERVACION DEL MOMENTO EN COLISIONES I

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo: *El propósito de este experimento es demostrar la conservación del momento con dos carros que se encuentran inicialmente unidos y en reposo y al liberarse un émbolo, se alejan uno del otro.*

Material

Riel de aluminio con accesorios	Carro con émbolo
Carro para colisión	Masas para carro
Báscula digital	Nivel de Gota

Fundamento Teórico

Cuando dos carros se alejan uno del otro después de haber estado en contacto (y no hay ninguna fuerza neta en el sistema) el momento total se conserva. Si el sistema está inicialmente en reposo, el impulso final de ambos carros debe ser igual en magnitud y opuesto en dirección por lo que la cantidad de movimiento total resultante del sistema es cero:

$$p = m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0$$

Por lo tanto, la relación de las velocidades finales de los carros es igual a la relación de las masas de los carros.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

Para simplificar este experimento, se elige un punto de partida para ambos carros en reposo de manera que los dos lleguen a los extremos del riel al mismo tiempo. La velocidad, que es la distancia dividida por el tiempo, se puede determinar mediante la medición de la distancia recorrida para cada carro y el tiempo es el mismo para ambos, ya que se separan al mismo tiempo y deben llegar al final del riel también al mismo tiempo.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{\Delta x_2}{\Delta t}}{\frac{\Delta x_1}{\Delta t}} = \frac{m_1}{m_2}$$

Así, la relación de las distancias es igual a la relación de las masas:

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{m_1}{m_2}$$

Actividades

Colocar los carros sobre el riel, como se muestra en la Figura 1. Verifique que los topes de parada ubicados en los extremos del riel tengan colocada la parte magnética hacia afuera del riel.

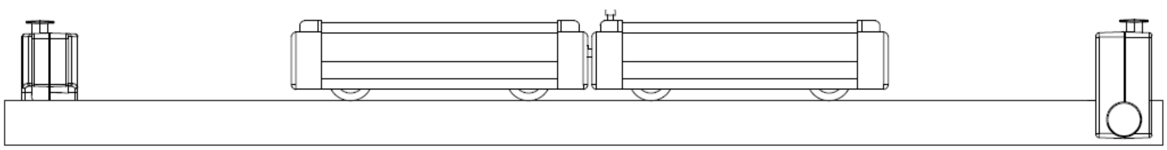


Figura 1.- Montaje de los carros sobre el riel.

1. Para cada uno de los casos de la Tabla 1, coloca los dos carros uno contra el otro con el émbolo de un carrito empujado por completo y enclavado en su posición máxima (ver Figura 1).
2. Pulsa el botón de liberación del émbolo y ve cómo los dos carros se mueven a los extremos del riel. Experimenta con diferentes posiciones de partida hasta que los dos carros lleguen a los extremos del riel al mismo tiempo. Se debe escuchar un solo golpe cuando lleguen de manera simultánea. Mide las masas de los carros. Anota las masas y las distancias recorridas en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados

Masa total m_1	Masa total m_2	x_1	x_2	$\frac{m_1}{m_2}$	$\frac{x_2}{x_1}$

Sección de Análisis

1. ¿La relación de las masas es igual a la relación de las distancias recorridas en cada caso?, en otras palabras ¿se conserva el momento? Explica tus observaciones.

2. En los casos en los que los carros tienen masas diferentes, ¿qué carro tiene un momento mayor? Justifica tu respuesta.

3. En los casos en los que los carros tienen masas diferentes, ¿qué carro tiene mayor energía cinética? Justifica tu respuesta.

4. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

Práctica 5: CONSERVACION DEL MOMENTO EN COLISIONES II

Nombre: ____

Fecha de realización: _____________________ Grupo: ___________ Calificación: ____________

Objetivo: *El propósito de esta práctica es explorar cualitativamente la conservación del momento para colisiones elásticas e inelásticas.*

Nota: Antes de abordar esta práctica puedes explorar el siguiente simulador.

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html

Material

Riel de aluminio con accesorios	Carro con émbolo
Carro para colisión	Masas para carro
Báscula digital	Nivel de Gota

Introducción

En esta práctica se analizan lo que ocurren cuando dos objetos colisionan, ya sea elásticamente o en una colisión perfectamente inelástica. Recordar que en ambos tipos de colisiones el momento lineal se conserva, en tanto que la energía cinética solo se conserva en las colisiones elásticas.

Parte I: Colisiones elásticas

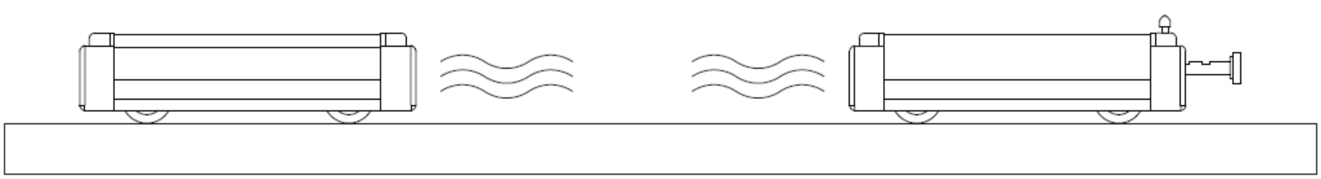
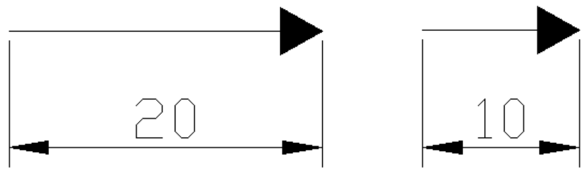


Figura 1.- Montaje de los carros sobre el riel.

1. Nivelar el riel de aluminio.
2. Orientar los dos carros en el riel de manera que sus topes magnéticos queden de frente.
3. Realizar los casos de prueba A1 a A3 y B1 a B4 que se describen a continuación. Dibuja dos diagramas (uno antes de la colisión y otro después de la colisión) para cada caso. En cada diagrama, muestra un vector de velocidad para cada carro con una longitud que representa aproximadamente la velocidad relativa del carrito. Por ejemplo, si aprecias que la relación de velocidades es de 2 a 1, la relación de longitudes de los vectores es de 2 a 1, como se muestra a continuación.



Haz un esquema con lo observado antes del choque y después del mismo.

A. Carros con masas iguales

Caso A1: Colocar un carro en reposo en medio del riel. Dar al otro carro una velocidad inicial de tal forma que colisione al carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso A2: Colocar los carros en cada extremo del riel. Dar a cada carro aproximadamente la misma velocidad.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso A3: Colocar ambos carros en un extremo del riel. Dar al primer carro una velocidad lenta y el segundo carrito una velocidad más rápida de modo que el segundo carrito choque al primero.

Antes de la colisión	Después de la colisión

B. Carros con masas diferentes

Poner dos barras de masas en uno de los carros de modo que la masa de un carrito sea aproximadamente tres veces (3M) la masa del otro del carrito (1M).

Caso B1: Colocar el carrito 3M en reposo en medio del riel. Dar al otro carro una velocidad inicial hacia el carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso B2: Colocar el carro 1M en reposo en el medio de la pista. Dar al carrito 3M una velocidad inicial hacia el carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso B3: Colocar cada uno de los carros en los extremos del riel. Dar a cada carro aproximadamente la misma velocidad uno hacia el otro.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso B4: Colocar ambos carros en un extremo del riel. Dar al primer carro una velocidad lenta y al segundo una velocidad mayor de modo que el segundo carro alcance al primero. Hacer esto para ambos casos: que el ligero alcance al pesado y viceversa.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Parte II: Colisiones completamente inelásticas

Orienta los dos carros de tal forma que al colisionar queden unidos con el velcro. Empuja el émbolo hasta el fondo para que no interfiera con la colisión. Repite los casos de prueba del A1 hasta el A3 y del B1 hasta el B4. Dibuja los diagramas para cada caso.

Carros con Masas Iguales

Caso C1: Coloca un carro en reposo en medio del riel. Dar al otro carro una velocidad inicial de tal forma que colisione al carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso C2: Coloca los carros en cada extremo del riel. Da a cada carro aproximadamente la misma velocidad.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso C3: Coloca ambos carros en un extremo del riel. Dar al primer carro una velocidad lenta y el segundo carrito una velocidad más rápida de modo que el segundo carrito choque al primero.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Carros con Masas Diferentes

Pon dos barras de masas en uno de los carros de modo que la masa de un carrito sea aproximadamente tres veces (3M) la masa del otro del carrito (1M).

Caso D1: Coloca el carrito 3M en reposo en medio del riel. Dar al otro carro una velocidad inicial hacia el carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso D2: Coloca el carro 1M en reposo en el medio de la pista. Dar al carrito 3M una velocidad inicial hacia el carro en reposo.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso D3: Coloca cada uno de los carros en los extremos del riel. Dar a cada carro aproximadamente la misma velocidad uno hacia el otro.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Caso D4: Coloca ambos carros en un extremo del riel. Dar al primer carro una velocidad lenta y al segundo una velocidad mayor de modo que el segundo carro alcance al primero. Haga esto para ambos casos: que el ligero alcance al pesado y viceversa.

Antes de la colisión	Después de la colisión

Sección de Análisis

1. Cuando los dos carros con la misma masa y la misma velocidad chocan entre sí y permanecen unidos y se detienen, ¿se conserva el momento? Justifica tu respuesta.

2. Cuando los dos carros tienen la misma masa y la misma velocidad chocan y rebotan el uno del otro elásticamente, ¿cuál es el momento total final de los carros? Justifica tu respuesta.

3. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

Práctica 6: CONSERVACION DEL MOMENTO EN COLISIONES III

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ Grupo: ____________ Calificación: _____________

Objetivo: *El propósito de esta práctica es estudiar la conservación del momento para colisiones elásticas e inelásticas*.

Material

Riel de aluminio con accesorios
Riel de aire con accesorios
Nivel de Gota
Cronómetro inteligente PASCO con 2 fotopuertas
Báscula digital

Fundamento Teórico

Un "**choque inelástico**" es un tipo de colisión en el que **la energía cinética no se conserva**. En el caso ideal de un choque perfectamente inelástico entre dos objetos móviles, éstos permanecen unidos entre sí tras la colisión.

La principal característica de este tipo de choque es que existe una disipación de energía, ya que tanto el trabajo realizado durante la deformación de los cuerpos como el aumento de su **energía interna** se obtiene a costa de la energía cinética de los mismos previo al choque.

En este experimento estudiaremos un choque inelástico en una dimensión, en este caso la energía cinética del sistema no se conserva, pero el *momento lineal* $\vec{\boldsymbol{P}} = \boldsymbol{m}\vec{\boldsymbol{v}}$ total del sistema si lo hace

$$\vec{P_i} = \vec{P_f}$$

Para tener un choque perfectamente inelástico coloca los parches de velcro que están en los extremos de los carros frente a frente, de modo que el chocar queden unidos. Esta práctica requiere de un poco de paciencia para lograr que el choque ocurra entre las fotopuertas, recuerda que puedes mover los sensores al lugar más conveniente, lee con cuidado las instrucciones para obtener las lecturas adecuadas del cronómetro.

Así mismo un **"choque elástico"** las masas no permanecen unidas después de la colisión y tanto el momento lineal como la energía cinética se conservan. El *momento lineal* también se conoce como "*Cantidad de Movimiento*" o "*Momentum*" Para que en este experimento se tenga una colisión elástica, debemos colocar los carros de manera que al colisionar los magnetos se encuentren en repulsión.

Actividad.

Colisiones Elásticas.

a) Con el material que se te proporciona verifica que los rieles estén nivelados correctamente, coloca las banderas sobre los carros PASCO y conecta los sensores al cronómetro PASCO.
b) Coloca las fotopuertas de modo que la colisión se efectué entre las mismas
c) Coloca el cronómetro en la medición de velocidad para choques (Speed: Collision: cm/s). Para iniciar el cronómetro debes presionar el botón negro marcado con un tres, los carritos deben atravesar dos veces el mismo sensor para que este registre una medida, en el caso de que esto no ocurra debes presionar el botón 3 para terminar la medición, el reloj registrará el número 0 en esa medición. Para ver la información de la velocidad del carro presiona el botón 1 y el botón 2 en el cronómetro para ver la velocidad del carro del sensor 1 y 2 respectivamente. Realiza un par de pruebas para entender el funcionamiento del cronómetro.
d) Realiza distintos choques con carros de masas iguales, de masas diferentes, uno estacionario y otro con velocidad, en sentidos contrarios, por alcance con velocidades diferentes de cero, entre otros. Recuerda qua el momento lineal es una cantidad vectorial por los que el sentido del movimiento debe ser respetado. Es decir, una velocidad que, si el carro invierte el sentido del desplazamiento, cambia de signo.

Evento	M_1	M_2	V_{i1}	V_{i2}	V_{1f}	V_{2f}
E1						
E2						
E3						
E4						
E5						
E6						
E7						
E8						

e) Para cada una de las actividades anteriores calcula el momento lineal de cada carro antes y después del choque, con las posibilidades, de masas iguales, masas diferentes, uno en movimiento otro en reposo, en sentidos contrarios. Recordar que se trata de una cantidad vectorial, por lo que debemos considerar la dirección y sentido del movimiento. Es decir, la dirección elegida como positiva, la que va en sentido contrario debe incluir el signo negativo.

	Antes de la Colisión						
							Suma de Momentos al inicio
	M_1	V_{1i}	M_1V_{1i}	M_2	V_{2i}	M_2V_{2i}	$M_1V_{1i+} M_2V_{2i}$
E1							
E2							
E3							
E4							
E5							
E6							
E7							
E8							

	Después de la Colisión						
							Suma de Momentos al final
	M_1	V_{1f}	M_1V_{1f}	M_2	V_{2f}	M_2V_2	$M_1V_{1f+} M_2V_{2f}$
E1							
E2							
E3							
E4							
E5							

E6							
E7							
E8							

f) Para algunos de los choques que realizaste muestra si el momento del sistema se conserva, calcula el porcentaje de energía cinética que se pierde en el choque y explica a donde va está energía (recuerda que la energía cinética se conserva en colisiones elásticas).

____

____

____

____

Colisiones Inelásticas.

a) Ahora coloca los carros de modo que al colisionar estos permanezcan unidos.
b) Llena la siguiente tabla para diferentes eventos tales como modificaciones de masa, velocidades y sentidos de las mismas.

Evento	M_1	M_2	V_{i1}	V_{i2}	V_f
E1					
E2					
E3					
E4					
E5					
E6					
E7					
E8					

	Antes de la Colisión							Después de la Colisión	
	M_1	V_{1i}	M_1V_{1i}	M_2	V_{2i}	M_2V_{2i}	M_1V_{1i+} M_2V_{2i}	V_F	$(M_1+M_2)V_F$
E1									
E2									
E3									
E4									
E5									
E6									
E7									
E8									

c) Para algunos de los choques que realizaste muestra si el momento del sistema se conserva, calcula el porcentaje de energía cinética que se pierde en el choque y explica a donde va está energía (recuerda que la energía cinética no se conserva en colisiones inelásticas).

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

d) Escribe tus conclusiones acerca de la práctica.

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 7: CONSERVACION DE LA ENERGIA MECANICA EN COLISIONES

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ Grupo: ____________ Calificación: _____________

Objetivo. *Verificar el principio de conservación de la energía mediante el análisis teórico experimental de un sistema mecánico simple*.

Material y Equipo.

1 Soporte universal
1 Balín metálico
1 Báscula
1 Flexómetro
2 Hojas blancas
1 Rampa acanalada
1 Masa para péndulo
1 Transportador
2 Hojas de papel carbón

Fundamento Teórico.

Se define la energía mecánica **E**, de un sistema físico donde solo actúan fuerzas conservativas como: **la suma de la energía cinética (K) + la energía potencial (U)**, es decir:

$$E = K + U \tag{1}$$

Si en el sistema es posible establecer un estado inicial (*i*) y un estado final (*f*), entonces, la energía mecánica en el estado inicial E_i es:

$$E_i = K_i + U_i \tag{2}$$

y en el estado final E_f es:

$$E_f = K_f + U_f \tag{3}$$

De acuerdo al Principio de Conservación de la Energía, se cumple que:

$$E_i = E_f \tag{4}$$

como estamos considerando solo fuerzas conservativas se puede escribir como:

$$K_i + U_i = K_f + U_f \tag{5}$$

$$\frac{1}{2}m{v_i}^2 + mgh_i = \frac{1}{2}m{v_f}^2 + mgh_f \tag{6}$$

La ecuación (6) establece en forma matemática el principio de conservación de la energía para un sistema en el que sólo actúan fuerzas conservativas.

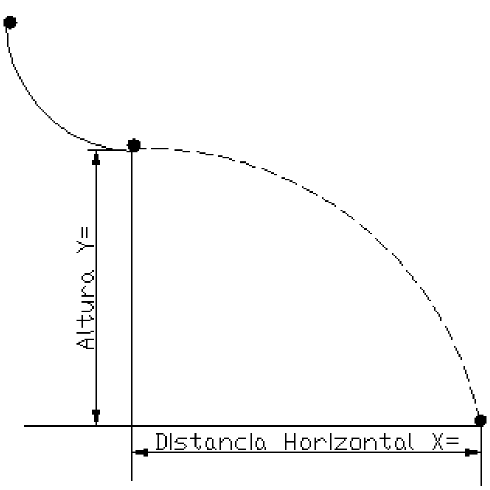
El resultado anterior no implica que no haya forma alguna de cambiar la energía del sistema físico, sino sólo que la energía no puede alterarse a menos que actúen **fuerzas externas** sobre el sistema, cuya influencia no se vea reflejada en un **potencial (energía) asociado**. Si estas fuerzas actúan, se dice que el sistema es **no conservativo**. De acuerdo al **Principio de Conservación de la Energía** entonces:

$$\Delta E = E_i - E_f = W_{nc} \tag{7}$$

donde W_{nc}, es el trabajo realizado por las fuerzas no conservativas, el cual se transforma en una forma de energía llamada *energía interna* la cual podemos considerar como almacenada dentro del mismo sistema físico. Por ejemplo, si consideramos el trabajo hecho por la fricción, éste se transformará en energía interna, la cual se manifiesta por un aumento en la temperatura del sistema.

Actividad

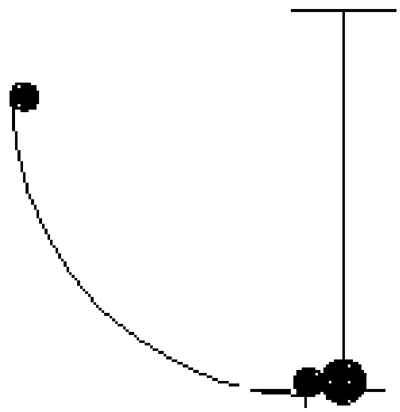
1. Coloca la rampa acanalada de manera que coincida su parte final con el borde de la mesa. Deja caer el balín de masa m_1 por la rampa desde una cierta altura.
2. Mide la distancia horizontal que recorre el balín hasta golpear con el piso.



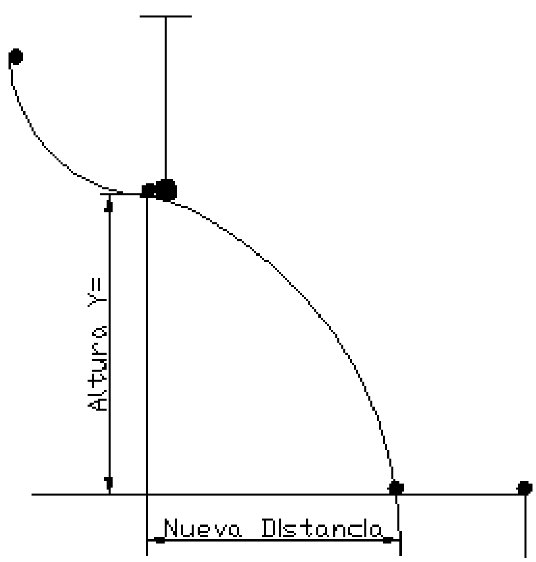
3. Determina la velocidad horizontal con la que el balín sale de la rampa. Haciendo uso de las ecuaciones del movimiento en dos dimensiones.

$v_x =$ ______________

4. Coloca una masa pendular de masa m_2, colgando de un hilo a una longitud R, al final de la rampa.



5. Permite que la masa m_1 y m_2 colisionen.
6. Mide la distancia horizontal a la que ahora golpea el suelo la masa m_1.



7. Calcula la velocidad que tiene la masa m_1 después de haber colisionado

8. Reporta la velocidad de la masa m_1 antes y después de la colisión

$v_{1i}=$_________________ $v_{1f}=$_________________

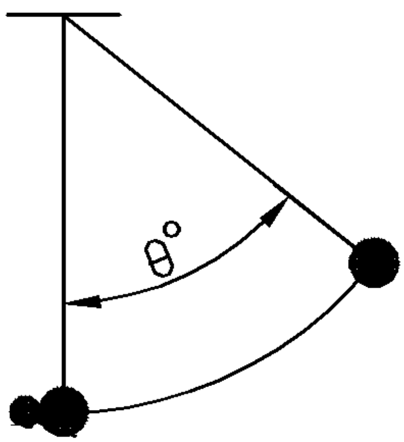
9. Calcula la energía cinética para la masa m_1, antes y después de la colisión.

$K_{1i}=$ ______________ $K_{1f}=$ _________________

10. ¿Qué porcentaje de la energía cinética, previa al choque, cede esta masa m_1 debido al choque?

____

11. La diferencia de energía es la energía que tiene la masa m_2 al inicio de su movimiento ascendente $(K_{2i}=\frac{1}{2}m_2(v_{2i})^2)$: $K_{2i}=$____________________
12. Con fundamento en lo aprendido en la práctica 3, determina la altura que alcanzará la masa pendular m_2. Es decir, aplica conservación de la energía para calcular la altura que alcanzará m_2 en su movimiento ascendente. $U_g=m_2gh$
13. Haciendo uso de la conservación de la energía , obtén esta altura $h=$ ___________
14. Comparar con la altura obtenida experimentalmente. $h_{exp}=$ ___________



15. ¿Corresponde esta altura con la que debería adquirir esta masa?

____

16. ¿A qué atribuyes la diferencia, si es que la hay?

____

____

____

____

17. Escribe tus conclusiones

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 8: RELACION ENTRE VARIABLES LINEALES Y ANGULARES

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo. *Establecer la relación que existe entre las variables de un movimiento angular con las lineales asociadas*.

Material y Equipo.

1 Rin de bicicleta 1 Cronómetro inteligente PASCO con 1 fotopuerta
1 Masa colgante Hilo

Fundamento Teórico.

Se llama movimiento circular al que efectúa un cuerpo describiendo como trayectoria una circunferencia de radio R. En la figura 1 una recta de referencia $\overline{\mathrm{OP}}$ de un cuerpo en rotación forma en el instante t_1, un ángulo θ_1 con la recta fija $\overline{\mathrm{OX}}$. En un instante posterior t_2, el ángulo a aumentado a θ_2 **la velocidad angular media del cuerpo** $\overline{\omega}$, durante el intervalo de tiempo entre t_1 y t_2 se define como la razón del **desplazamiento angular** $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$, respecto al tiempo $\Delta t = t_2 - t_1$

$$\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \tag{1}$$

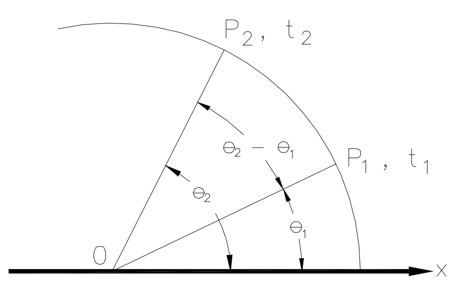


FIGURA 1

La velocidad angular ω se define como el límite al que tiende este cociente cuando $\Delta t \to 0$, esto es, la derivada de θ respecto a t:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \tag{2}$$

donde si θ se mide en radianes y t en segundos, ω se medirá en *rad/seg*. Si la velocidad angular de un cuerpo varía, se dice que tiene aceleración angular. Si ω_1 y ω_2 son las velocidades angulares en los instantes t_1 y t_2, se define la **aceleración angular media** $\bar{\alpha}$ como:

$$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \tag{3}$$

y la **aceleración angular** como:

$$\alpha = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \tag{4}$$

la unidad de la aceleración angular es el *rad/seg²*.

Cuando un **cuerpo rígido** gira alrededor de un eje fijo, cada punto del cuerpo se mueve describiendo una circunferencia cuyo centro se encuentra en el eje situado en el plano perpendicular al mismo. Existen algunas relaciones entre la velocidad y la aceleración angular del cuerpo en rotación y la velocidad y aceleración lineales de sus puntos.

Si *R* es la distancia al eje de cierto punto P del cuerpo, de modo que el punto P describa una circunferencia de radio *R* (ver figura), cuando el radio forma un ángulo θ con respecto a un eje de referencia, el arco *s* al punto P, medido sobre la trayectoria circular, es:

$$S = R\theta \tag{5}$$

Cuando el ángulo es muy pequeño, digamos $\Delta\theta$, la longitud del arco ΔS también es pequeña, lo mismo que el intervalo de tiempo Δt, de esta forma tenemos:

$$\Delta S = R\Delta\theta \quad \text{y} \quad \frac{\Delta S}{\Delta t} = R\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

y aplicando el limite cuando $\Delta t \to 0$, a ambos lados, tenemos

$$v = R\omega \tag{6}$$

Como la velocidad angular cambia continuamente de dirección, da origen al surgimiento de una aceleración la cual tiene dirección radial y viene dada por:

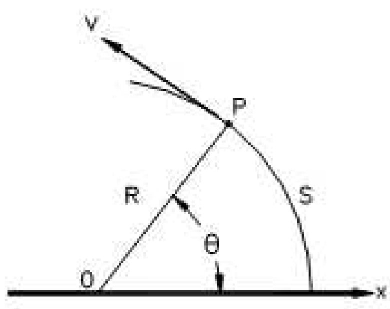
$$a_\perp = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \tag{7}$$

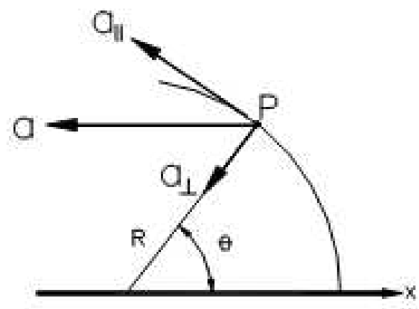
también conocida como componente normal. Si además también hay cambios en la magnitud de la velocidad angular, aparece otra aceleración en la dirección tangencial dada por:

$$a_{\parallel} = R\alpha \tag{8}$$

también conocida como componente tangencial.

Esta relación se cumple en cada instante aun cuando ω y v *sean constantes* (ver figura).





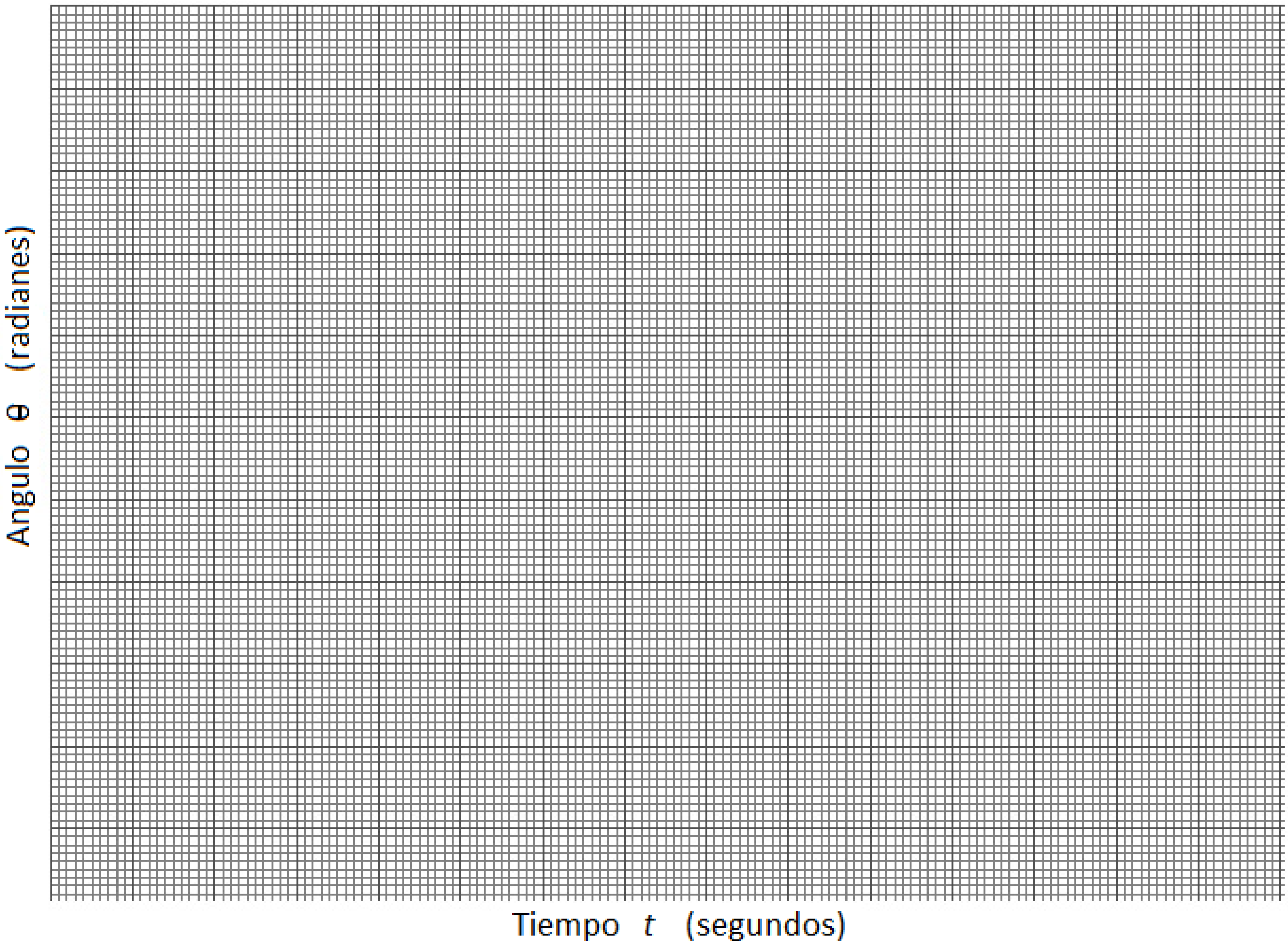
Actividad

Con el equipo y material señalado montar el arreglo experimental que se muestra en la. Con el hilo enrollado sobre el rin y un peso sujeto en su extremo libre, se hace girar el rin, describiendo todos los puntos de su periferia un movimiento circular:

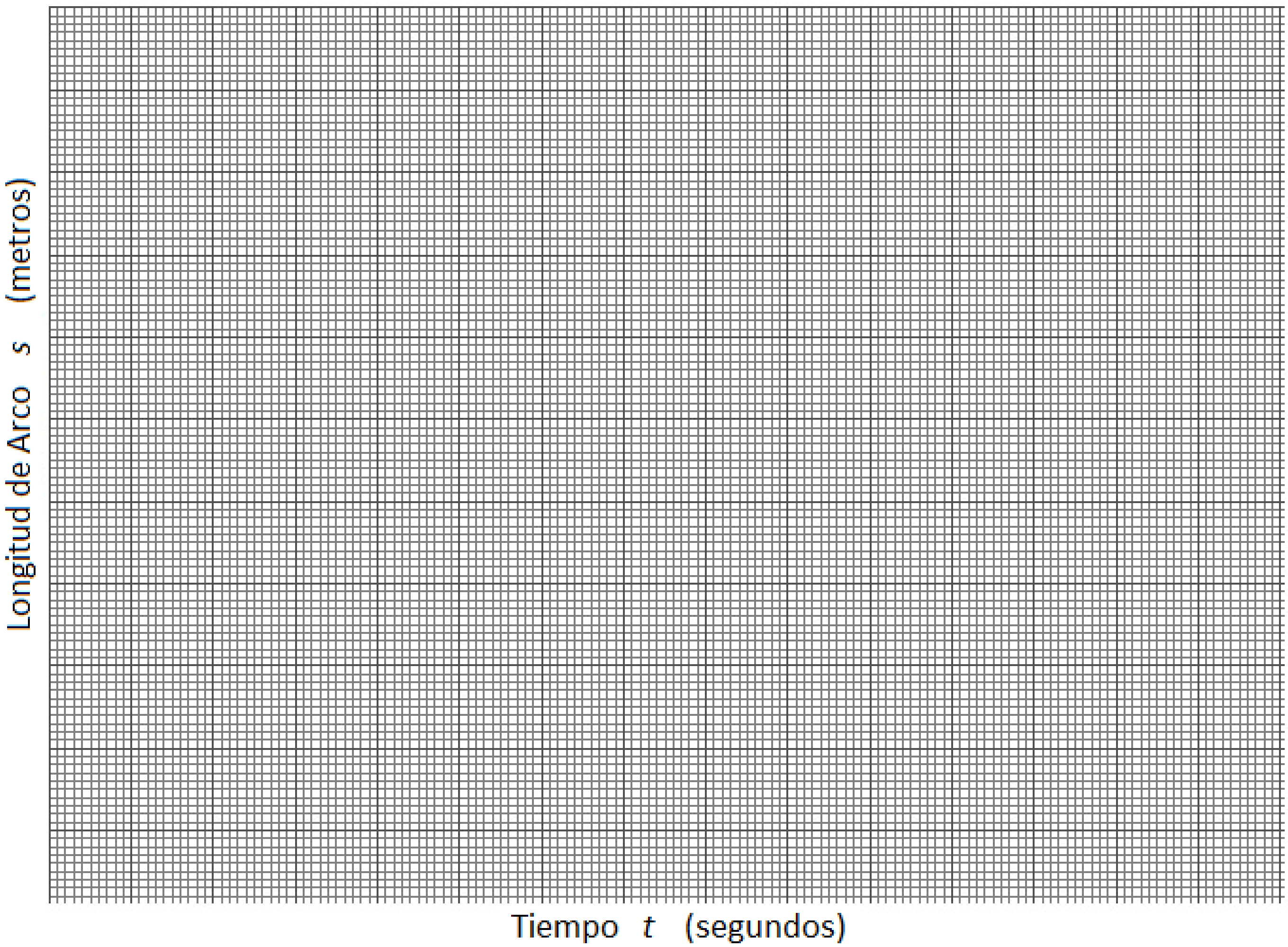
Medir con sus respectivos errores el tiempo t que tarda en recorrer un punto P del rin (del centro al punto interceptado por la fotopuerta) un ángulo θ, Para lo cual solo usaremos una fotopuerta del cronómetro digital. El ángulo deseado se logra colocando una bandera fija sobre el rin y otra móvil que permitirá ir variando el ángulo, ver figura. Calcular la distancia $s = R\theta$ (con su respectivo error y el ángulo en radianes) recorrida por este punto P. Repetir lo anterior para más ángulos y construir la siguiente tabla de datos

t_1	t_2	t_3	t_{prom}	Radio	Angulo θ (radianes)	Longitud de Arco $s = R\theta$ (m)

Graficar en papel milimétrico θ vs. t y obtener la ecuación empírica por mínimos cuadrados.



Graficar en papel milimétrico s vs. t. Obtener la ecuación empírica de comportamiento por mínimos cuadrados.



Sección de Análisis

1. ¿Cuál es la interpretación física de la pendiente de cada gráfica?

____

____

____

____

2. ¿Cuál es la razón matemática entre estas pendientes, $\frac{m_1}{m_2}$, $\frac{m_2}{m_1}$, y que significan estos cocientes?

____

____

____

3. Escribe tus conclusiones acerca de la práctica

____

____

____

____

____

____

____

____

Práctica 9: INERCIA ROTACIONAL

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo. *Revisar los conceptos básicos de cinética y dinámica de la rotación de un cuerpo rígido, velocidad angular y tangencial, aceleración angular, momento angular, torca, inercia rotacional y teorema de ejes paralelos. Determinar la inercia rotacional de una esfera sólida.*

Material y equipo.

1 Soporte

1 Riel Acanalado

1 Balín (Esfera Sólida)

1 Cinta Métrica

1 Balanza

1 Vernier

1 Cronómetro Digital

Fundamento Teórico. Consideremos una esfera que rueda sin deslizar hacia abajo por un riel inclinado. La fuerza de fricción es la que da lugar a la aceleración angular de la esfera, sin embargo, como rueda sin deslizar no hay dispersión de energía mecánica como calor en procesos de fricción no conservativos, en consecuencia, el trabajo efectuado por la fricción es cero, y esto se debe a que, cuando ocurre el rodamiento el punto de contacto está instantáneamente en reposo, entonces las condiciones que prevalecen en ese punto son de fricción estática (el balín no resbala por el riel).

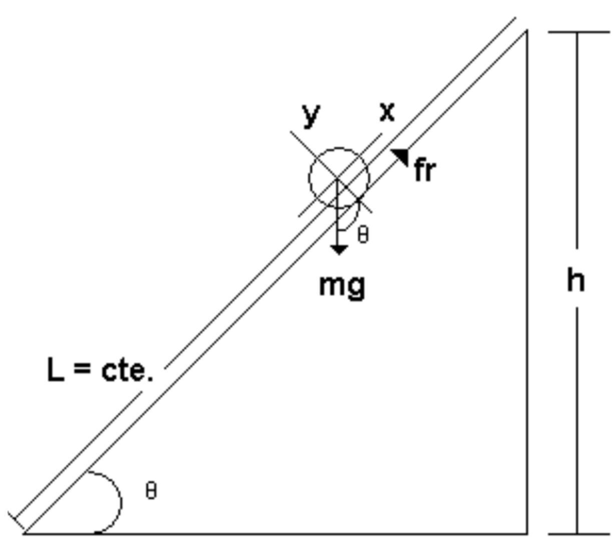


Figura 1

Con el material y equipo suministrado monta el arreglo experimental que se muestra en la figura 1

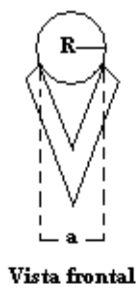


Figura 2

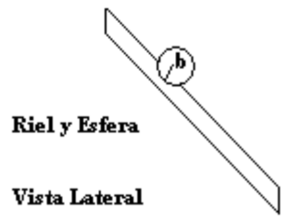


Figura 3

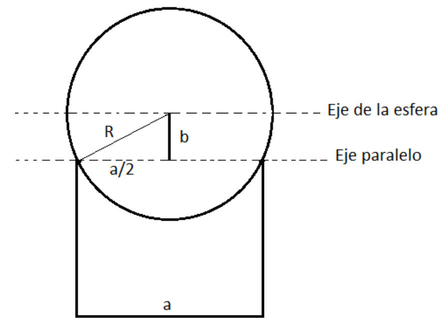


Figura 4

Procedimiento:

Se coloca el riel escogiendo como variable independiente la altura y se toman los tiempos que tarda la esfera en recorrer la longitud del riel para distintas alturas y se grafica la tabulación obtenida de *h* (altura) contra *t* (tiempo).

Tratamiento de datos y graficas:

1. El registro de tiempos utilizados para determinar el tiempo promedio de la esfera en cada altura.
2. Todas las gráficas y cambios de variable necesarios para obtener la relación deseada, es decir una ecuación que relacione la altura con el tiempo empleado en recorrer el riel.
3. Determine directamente el momento de inercia de la esfera mediante las formula:

$$I_{CM} = \frac{2}{5}MR^2 \tag{1}$$

Y compárela con el valor empírico obtenido en la presente práctica de acuerdo al siguiente:

Análisis Energético.

Se puede expresar la energía cinética total de la esfera rodante como

$$K = \frac{1}{2} I_p \omega^2 \tag{2}$$

Donde I_P es el momento de inercia alrededor del eje de rotación que pasa por el punto de contacto P.

Ya que la esfera sólida rueda sobre un riel acanalado, esta no tiene solo un punto de contacto sino 2 como se muestra en la figura 2.

Por lo tanto, en el eje instantáneo de rotación de la esfera se encuentra a una distancia *b* (figura 4) dada por:

$$b^2 = R^2 - (a^2/4) \tag{3}$$

lo cual se emplea al aplicar el teorema de ejes paralelos:

$$I_P = I_{CM} + Mb^2 \tag{4}$$

Al sustituir el teorema de los ejes paralelos en la ecuación (2):

$$K = \frac{1}{2}(I_{CM} + Mb^2)\omega^2 = \frac{1}{2} I_{CM}\omega^2 + \frac{1}{2} Mb^2\omega^2 \tag{5}$$

Dado que la velocidad angular se relaciona con la velocidad tangencial (lineal) por:

$$\omega = \frac{v_f}{b} \tag{6}$$

y del movimiento rectilíneo acelerado tenemos:

$$L = \left(\frac{v_f - v_0}{2}\right) t = \frac{1}{2} v_f t \tag{7}$$

entonces

$$v_f = \frac{2L}{t} \tag{8}$$

sustituyendo en la ecuación (6)

$$\omega = \frac{2L}{bt} \tag{9}$$

por tanto

$$K = \frac{1}{2} I_{CM} \left(\frac{4L^2}{b^2 t^2}\right) + \frac{1}{2} Mb^2 \left(\frac{4L^2}{b^2 t^2}\right) \tag{10}$$

Además, debe cumplirse la conservación de la energía mecánica:

$$E_0 = E_f \tag{11}$$

Igualando la energía potencial inicial con la energía rotacional final (10),

$$Mgh = \frac{1}{2} I_{CM} \left(\frac{4L^2}{b^2 t^2}\right) + \frac{1}{2} M b^2 \left(\frac{4L^2}{b^2 t^2}\right) \tag{12}$$

Despejando la altura

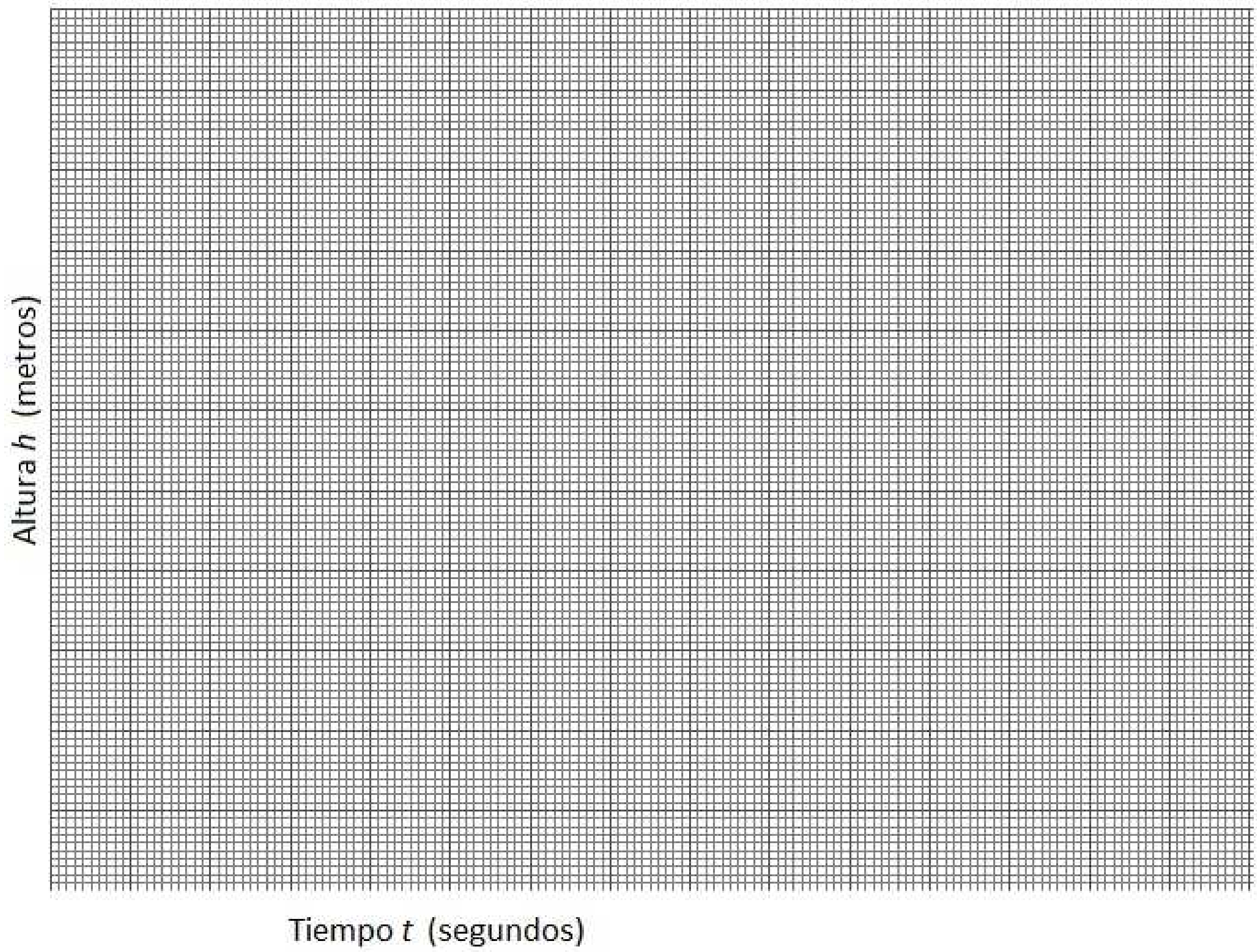
$$h = \frac{2L^2 I_{CM}}{Mgb^2 t^2} + \frac{2L^2}{gt^2} \tag{13}$$

Actividad

1. Medir el tiempo que tarda el balín en descender por el riel acanalado toda su longitud, cuando este tiene uno de los extremos a una cierta altura h. Repetir esta medición al menos cinco veces. Realizar más mediciones para diferentes alturas. Llenar la siguiente tabla.

h	T_1	T_2	T_3	T_4		T_5	T_{prom}

2. Obtener las gráfica *h* vs *t* de los datos experimentales y la gráfica obtenida mediante la ecuación (13). Si existe una diferencia entre estas gráficas, ¿a que la atribuyes?



3. Escribe tus conclusiones.

Práctica 10: ANALISIS DEL MOVIMIENTO DE UN PENDULO

Nombre: ____

Fecha de realización: ______________________ **Grupo:** ____________ **Calificación:** _____________

Objetivo. *Identificar las variables que intervienen en el movimiento de un péndulo y la relación empírica de comportamiento entre ellas*.

Material y equipo.

1 Soporte universal

1 Cronómetro electrónico PASCO

Masas para péndulo diferentes tamaños

1 Cinta Métrica

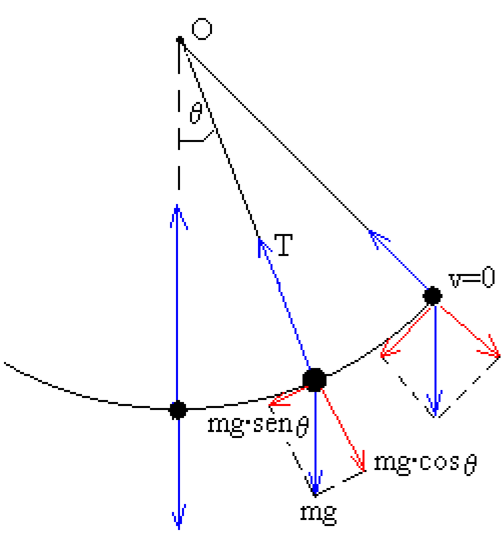
1 Balanza

1 Transportador

Hilo

Fundamento Teórico

En el caso de un péndulo, la fuerza recuperadora es la componente del peso en la dirección tangencial a la trayectoria de la masa oscilante, gráficamente tenemos



$$F = -mgsen\theta \qquad (1)$$

La fuerza recuperadora F no es proporcional a θ, sino a $sen\theta$ por lo que el movimiento no es armónico simple. Sin embargo, si el ángulo es pequeño, $sen\theta$ es prácticamente igual a θ (en radianes), con esta aproximación

$$F = -mg\theta$$

(2)

Si un ángulo θ se define como la razón de la longitud del arco *S* al radio que lo genera *L*, entonces

$$\theta = \frac{S}{L}$$

Bajo las restricciones siguientes: si $\theta \to 0, \Rightarrow \ s \to x$ y por tanto

$$F = -\frac{mg}{L}x \tag{3}$$

De acuerdo a la segunda ley de Newton $F = ma$ igualando con (3)

$$F = ma = m\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{mg}{L}x \tag{4}$$

O, igualando a cero y dividiendo entre m

$$\frac{d^2x}{dt^2} + w^2x = 0 \tag{5}$$

Donde $w^2 = \frac{g}{L}$

Esta ecuación diferencial tiene como solución

$$x(t) = Acos(wt + \delta)$$

Si evaluamos la solución en $t + \frac{2\pi}{w}$, obtenemos

$$x\left(t + \frac{2\pi}{w}\right) = Acos\left[w\left(t + \frac{2\pi}{w}\right) + \delta\right]$$

$$x\left(t + \frac{2\pi}{w}\right) = A\cos[wt + 2\pi + \delta]$$

$$x\left(t + \frac{2\pi}{w}\right) = A\cos[wt + \delta]$$

$$x\left(t + \frac{2\pi}{w}\right) = x(t)$$

Es decir la función se repite después de un tiempo $\frac{2\pi}{w}$

Por tanto, el periodo de un péndulo es:

$$T = \frac{2\pi}{w} \tag{6}$$

Sustituyendo el valor de w, entonces

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \tag{7}$$

Actividad 1.

Con el material proporcionado construir un péndulo de manera que se puedan variar significativamente sus magnitudes medibles.

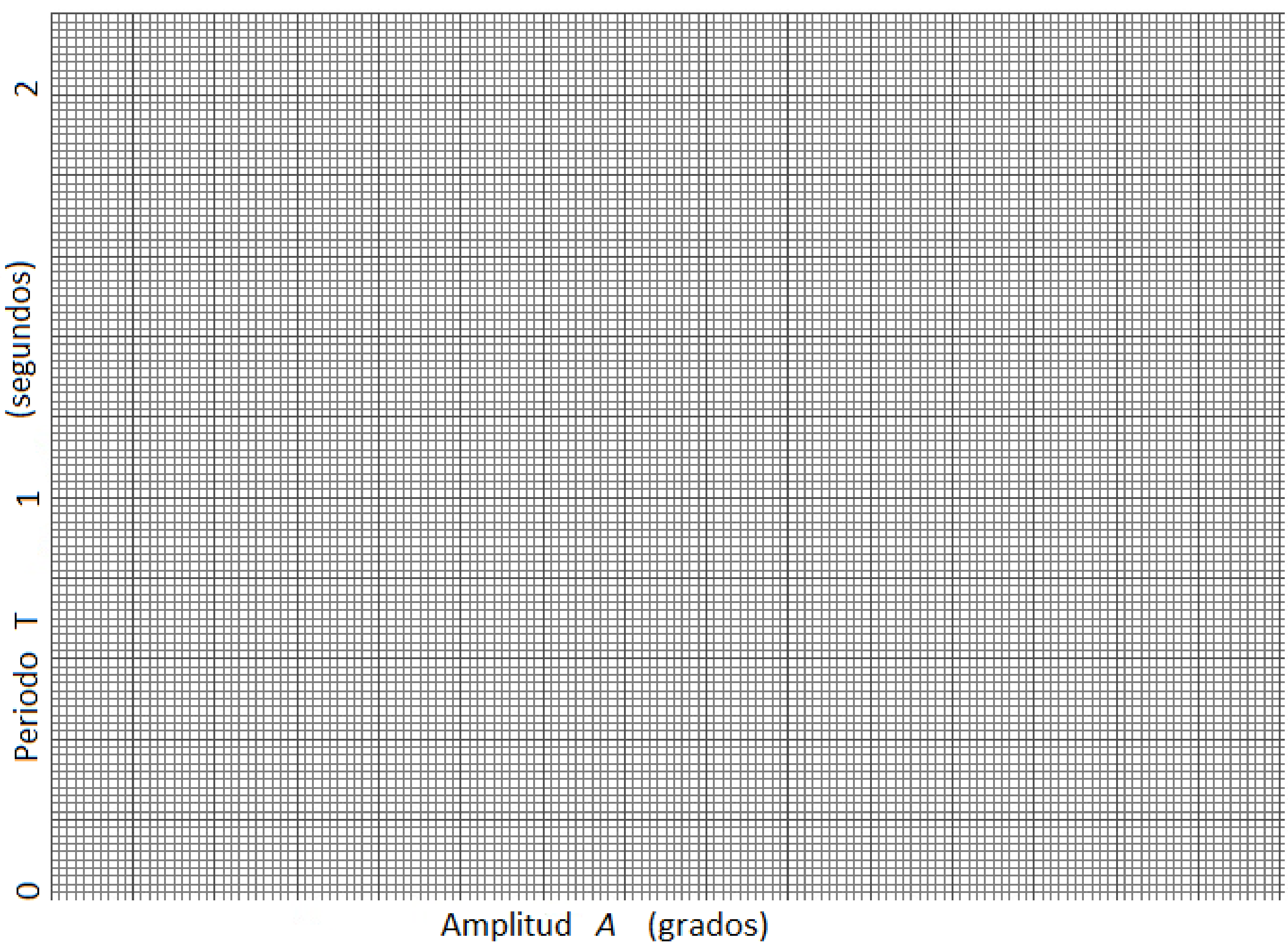
En el análisis de un fenómeno es usual graficar una variable en función de otra, tomando una como independiente y la otra como dependiente. Investigar qué efectos tiene la amplitud (*A*), la masa (*m*) y la longitud (*L*) sobre su periodo (*T*).

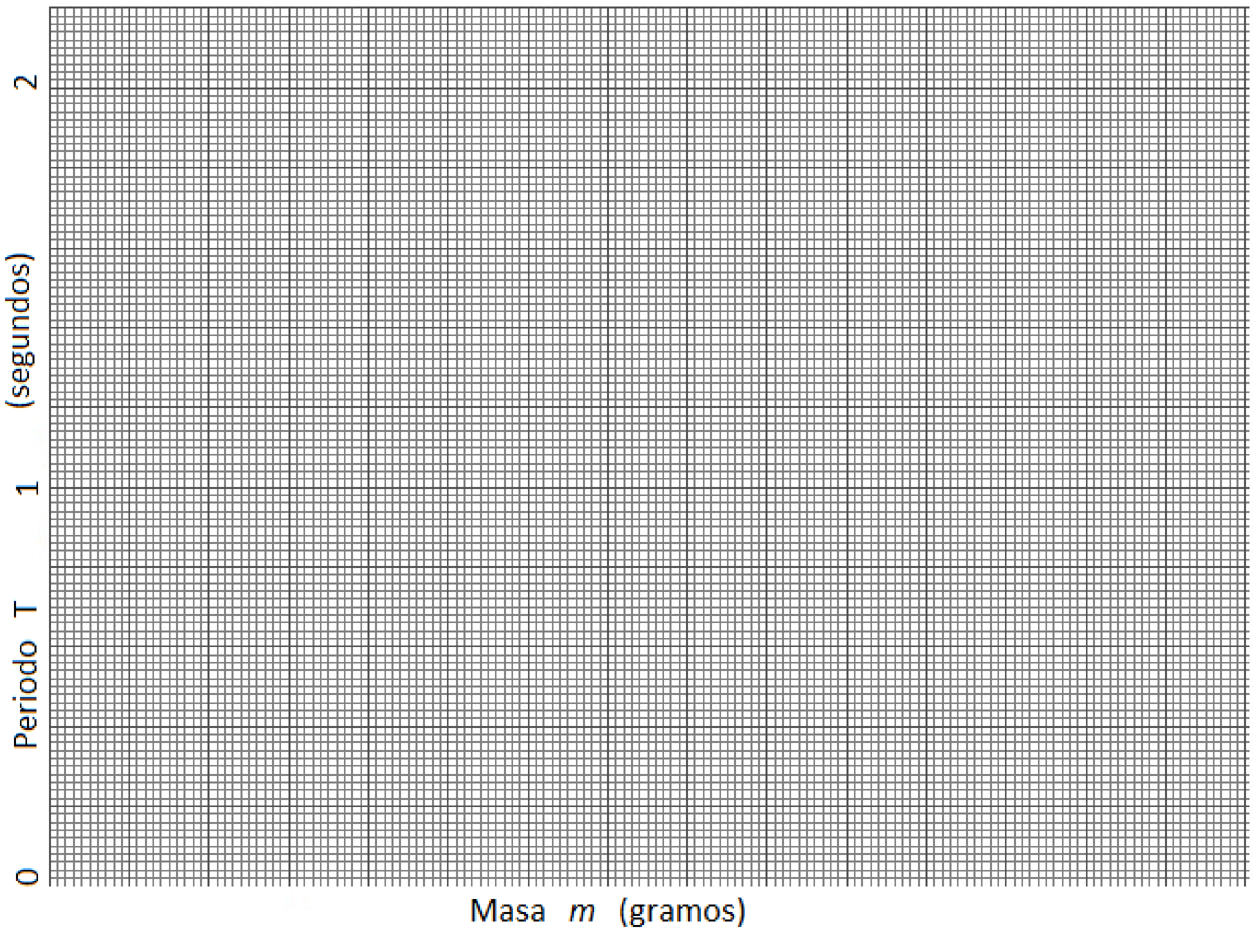
Tiempos $t_1 =$ $t_2 =$ $t_3 =$										
Amplitud variable	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°
Masa constante										
Longitud constante										

Tiempos $t_1 =$ $t_2 =$ $t_3 =$										
Masa variable										
Longitud constante										
Amplitud constante										

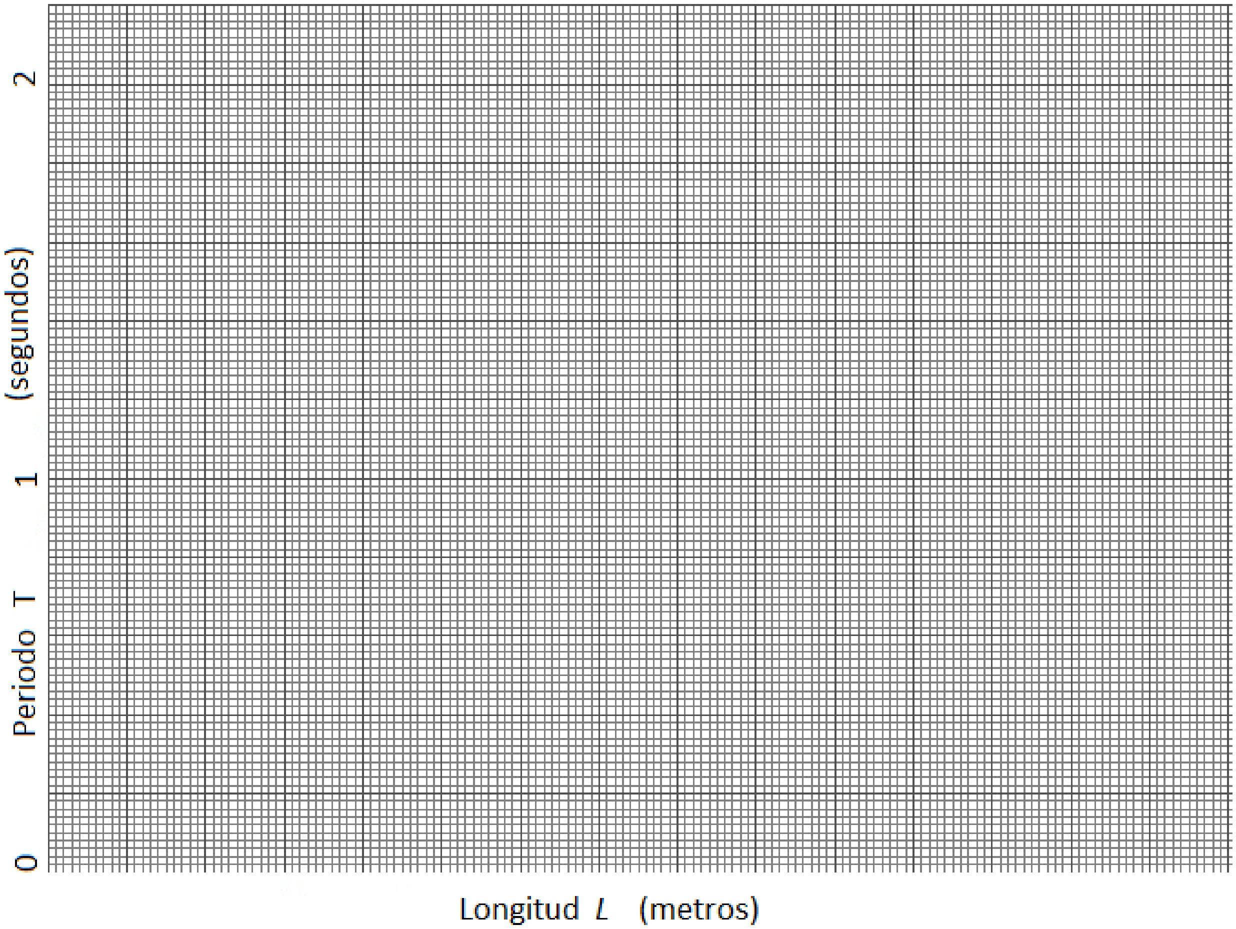
Tiempos $t_1 =$ $t_2 =$ $t_3 =$										
Longitud variable	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	35cm	40cm	45cm	50cm
Amplitud constante										
Masa constante										

1. Obtener gráficas *T* vs *A, T* vs *m* y *T* vs *L*. Usa la misma escala en el eje vertical para las tres gráficas, para que puedas apreciar con cual variable se modifica sustancialmente el periodo del péndulo.





Periodo T (segundos)
2
1
0
Masa m (gramos)



2. De acuerdo con la variable que determine cambios en el periodo de movimiento del péndulo, obtener la ecuación empírica de comportamiento entre el periodo y la variable que lo determina. Usar el método de mínimos cuadrados y en caso de ser necesario primeramente linealizar la gráfica.

Dato	Variable Independiente X	Variable Dependiente Y	XY	X^2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

10				
Sumas				

$$m = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

Ecuación lineal obtenida:____________________________________

Cambios necesarios para regresar a las variables originales:

Ecuación final obtenida: *T*= ___________________________________

3. Hacer un análisis de los resultados a partir del llenado de la siguiente tabla

Longitud (L)	Periodo (T)		
	Experimental	Teórico $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	Ecuación empírica obtenida

4. Considerando válidas las leyes de Newton se demostró que el movimiento de un péndulo es armónico simple (para ángulos pequeños) y su periodo se expresa por la ecuación (7). ¿Concuerdan los resultados obtenidos con esta ecuación y con la empírica obtenida?

____

____

____

8. Calcular la aceleración de la gravedad en el lugar donde se realizó el experimento y determinar su error experimental.

*g=*_________________________

9. Escribe tus conclusiones

____

____

____

____

____

____

____