

GUIAS DE LABORATORIO DE FÍSICA I.

(INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS)
CICLO 3



**Universidad Tecnológica
de Pereira**

DEPARTAMENTO DE FÍSICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA



Índice general

1. Caracterización de sistemas con choques elásticos e inelásticos	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1. Objetivo general	1
1.1.2. Objetivos específicos	1
1.2. Preinforme	1
1.3. Introducción	2
1.4. Fundamento teórico	2
1.4.1. Cantidad de movimiento	2
1.4.2. Conservación del momento lineal	2
1.4.3. Energía cinética	3
1.4.4. Tipos de colisión	3
1.4.5. Consideraciones experimentales	4
1.5. Equipos de la práctica	5
1.6. Práctica de laboratorio	6
1.7. Análisis de resultados	8
1.8. Conclusiones	9
2. Determinación del momento de inercia de una varilla tipo haltera mediante un sistema de torsión	10
2.1. Objetivos	10
2.1.1. Objetivo general	10
2.1.2. Objetivos específicos	10
2.2. Preinforme	10
2.3. Fundamento Teórico	11
2.4. Equipos de la práctica	11
2.5. Procedimiento Experimental	12
2.6. Análisis de Resultados	14
2.7. Conclusiones	14
3. Caracterización de la eficiencia mecánica en sistemas de poleas múltiples	15
3.1. Objetivos	15
3.1.1. Objetivo general	15
3.1.2. Objetivos específicos	15
3.2. Preinforme	15
3.3. Introducción	16
3.4. Fundamento teórico	16
3.4.1. Principios de Máquinas Simples: La Polea	16

3.5. Equipos de la práctica	18
3.6. Práctica de laboratorio	18
3.6.1. Sistema con una polea fija simple.	18
3.6.2. Sistema con dos poleas una fija y una móvil	19
3.6.3. Sistema con tres poleas una fija y dos móviles	20
3.6.4. Sistema tipo aparejo (reconfiguración del sistema)	21
3.7. Análisis de resultados	22
3.8. Conclusiones	22

Laboratorio 1

Caracterización de sistemas con choques elásticos e inelásticos

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar experimentalmente la conservación del momento lineal en sistemas de dos cuerpos en interacción, y analizar la conservación de la energía mecánica en choques elásticos e inelásticos, a partir de la medición de velocidades antes y después de la colisión.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Medir las velocidades de dos cuerpos antes y después de una colisión utilizando barreras fotoeléctricas.
2. Verificar experimentalmente la conservación del momento lineal del sistema en choques elásticos e inelásticos.
3. Analizar el comportamiento de la energía cinética, identificando su conservación en los choques elástico y su transformación en los choques inelásticos.

1.2. Preinforme

1. ¿Qué es el momento lineal? Escriba su expresión matemática y explique el significado de cada variable según las condiciones del choque elástico y choque inelástico.
2. ¿Qué se entiende por conservación del momento lineal? ¿Bajo qué condiciones físicas se cumple?
3. Considere dos deslizadores del laboratorio con las siguientes características:

$$m_1 = 0.5 \text{ kg}, \quad m_2 = 0.5 \text{ kg}$$
$$v_1 = 0.6 \text{ m/s}, \quad v_2 = -0.3 \text{ m/s}$$

Para este caso calcule:

- a) El momento lineal total inicial del sistema.
- b) La velocidad final para un choque completamente inelástico.
- c) La energía cinética inicial y final.
- d) El porcentaje de energía perdida durante el choque.

1.3. Introducción

El estudio de las colisiones constituye una de las aplicaciones más relevantes de las leyes de conservación en la física clásica. En sistemas mecánicos, el análisis de choques permite comprender cómo interactúan los cuerpos mediante el intercambio de cantidad de movimiento y energía. Estas interacciones son fundamentales en múltiples áreas de la ingeniería.

Las colisiones pueden clasificarse en elásticas e inelásticas dependiendo del comportamiento de la energía cinética. En un choque elástico se conservan tanto el momento lineal como la energía mecánica, mientras que en un choque inelástico parte de la energía se transforma en calor, sonido o deformación. En ambos casos, el momento lineal se conserva si no actúan fuerzas externas. En esta práctica se estudian colisiones entre deslizadores utilizando barreras fotoeléctricas, permitiendo evaluar experimentalmente estas leyes.

1.4. Fundamento teórico

1.4.1. Cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento lineal es una magnitud vectorial que describe el estado de movimiento de un cuerpo y se define como el producto de su masa por su velocidad:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (1.1)$$

En sistemas de partículas, el momento lineal total corresponde a la suma vectorial de los momentos individuales. En el caso de movimiento unidimensional, esta suma se realiza considerando el signo de las velocidades.

1.4.2. Conservación del momento lineal

En un sistema aislado, es decir, donde la suma de fuerzas externas es nula o despreciable, el momento lineal total permanece constante en el tiempo:

$$p_{\text{antes}} = p_{\text{después}} \quad (1.2)$$

Para un sistema de dos cuerpos:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2 \quad (1.3)$$

Esta ley es válida tanto para colisiones elásticas como inelásticas y constituye el principio fundamental que se verifica experimentalmente en esta práctica.

1.4.3. Energía cinética

La energía cinética es la energía asociada al movimiento de un cuerpo y se expresa como:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.4)$$

A diferencia del momento lineal, la energía cinética es una magnitud escalar y no depende de la dirección del movimiento [1].

1.4.4. Tipos de colisión

Choque elástico

En un choque elástico se conservan tanto el momento lineal como la energía cinética del sistema:

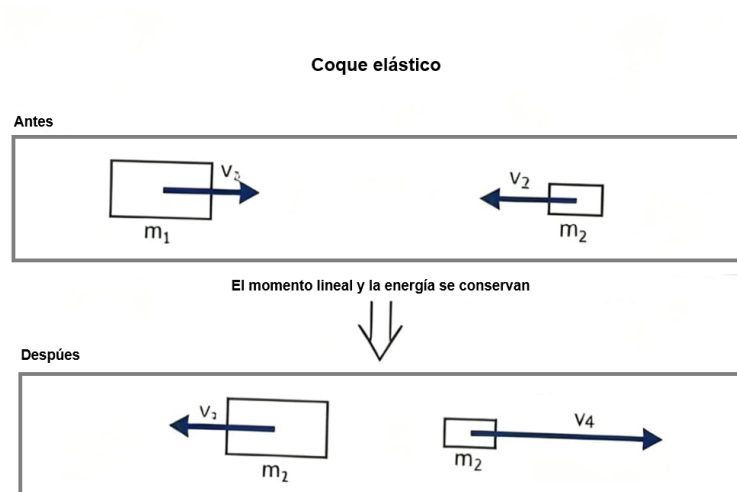


Figura 1.1: Representación gráfica del comportamiento antes y después de un choque elástico.

En un choque elástico se conservan tanto el momento lineal como la energía cinética del sistema:

$$E_{\text{antes}} = E_{\text{después}} \quad (1.5)$$

Las velocidades finales de los cuerpos pueden obtenerse a partir de las ecuaciones [2]:

$$v'_1 = \frac{2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2} \quad (1.6)$$

$$v'_2 = \frac{2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2}{m_1 + m_2} \quad (1.7)$$

Choque inelástico

En un choque completamente inelástico, los cuerpos permanecen unidos después de la colisión, moviéndose con una velocidad común:

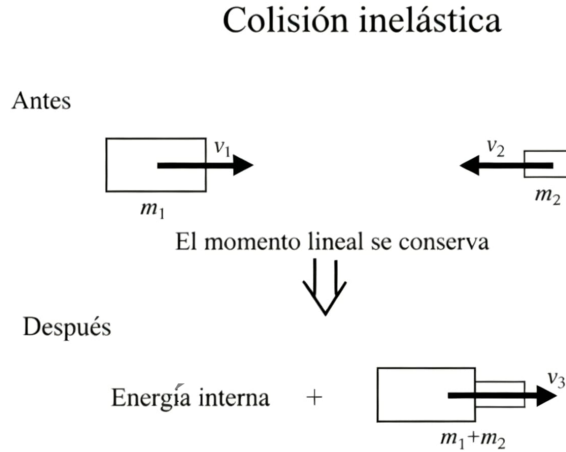


Figura 1.2: Representación gráfica del comportamiento antes y después de un choque inelástico.

obteniendo como resultado la siguiente ecuación:

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (1.8)$$

En este caso, el momento lineal se conserva, pero la energía cinética no. Parte de la energía mecánica se transforma en energía interna (calor, sonido o deformaciones) [1].

1.4.5. Consideraciones experimentales

En el montaje experimental, las velocidades de los deslizadores se determinan a partir del tiempo que tarda una “bandera” de longitud conocida en atravesar una barrera fotoeléctrica:

$$v = \frac{L}{t} \quad (1.9)$$

donde L es la longitud de la bandera y t el tiempo de interrupción del haz de luz. Adicionalmente, en la práctica pueden presentarse desviaciones respecto a los valores teóricos debido a factores como [3]:

- Fricción entre los deslizadores y el riel
- Desalineación del sistema
- Errores en la medición del tiempo
- Pérdidas de energía no consideradas

LABORATORIO 1. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS CON CHOQUES ELÁSTICOS E INELÁSTICOS

Estos efectos deben ser tenidos en cuenta en el análisis de resultados tomado como error en las medidas, para el cual se tiene en cuenta la siguiente ecuación [4]:

$$\text{Error}(\%) = \left| \frac{\text{Valor experimental} - \text{Valor teórico}}{\text{Valor teórico}} \right| \times 100 \quad (1.10)$$

1.5. Equipos de la práctica

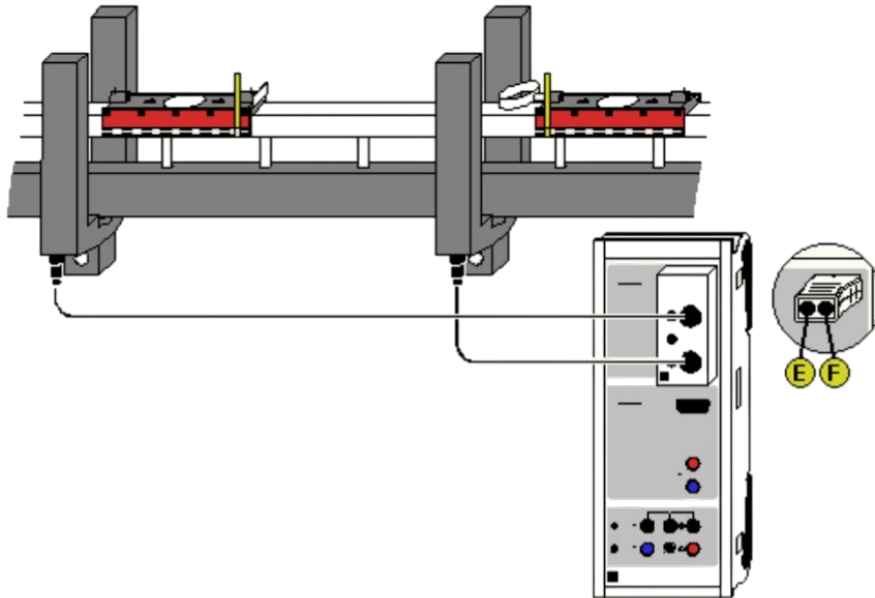



Figura 1.3: Representación esquemática del equipo utilizado.

- Riel de aire o pista lineal.
- Fuente de aire para riel.
- Dos deslizadores.
- Masas de diferentes valores nominales.
- Resorte (choque elástico).
- Adhesivo (choque inelástico).
- Barreras fotoeléctricas.
- Banderas de interrupción.
- Sistema de medición.
- Cables de conexión.
- Balanza.

1.6. Práctica de laboratorio

Choque entre una masa móvil y una masa en reposo

1. Ingrese al software **CASSY Lab 2**  desde el equipo de laboratorio.
2. En la barra superior, de clic en la opción **Ayuda**.
3. Dentro del menú desplegado, diríjase a la opción **Ejemplos de Ensayo**.
4. En la ventana emergente seleccione la categoría **Física**.
5. Dentro de la categoría **Ejemplos de ensayos en Física**, ubique y seleccione el experimento titulado:

“Conservación de la cantidad de movimiento y de la energía en choques”

6. Verifique que en la pantalla aparezca la imagen 1.3 de la interfaz correspondiente al experimento.
7. Haga clic en la opción **Cargar ajustes**, abrirá una ventana emergente, de clic en **Abrir**, se cargará la configuración predeterminada del experimento.
8. Verifique que el sistema de adquisición de datos (sensores y barreras fotoeléctricas) se encuentre correctamente conectado. En caso contrario, el software no permitirá registrar mediciones y la interfaz **CASSYs** aparecerá tachada con una x roja.
9. Identifique los campos correspondientes a las masas m_1 y m_2 , ver figura 1.4.

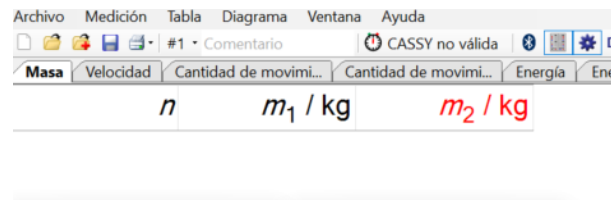

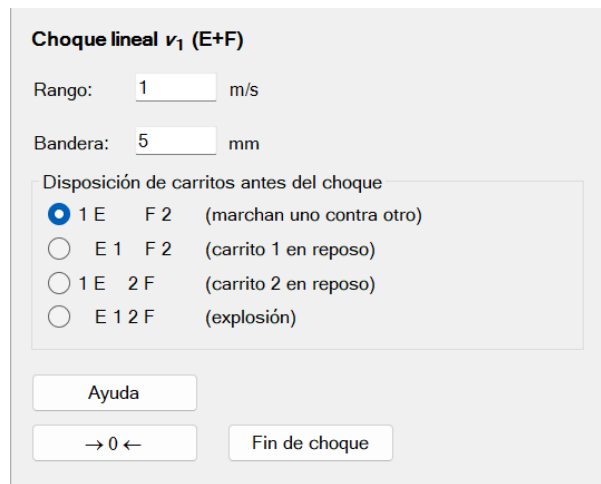


Figura 1.4: Ubicación de los cuadros de texto para ingresar valores de masas.

10. Elija una de las siguientes configuraciones de masas:
 - a) Seleccione uno de los carritos como m_1 y mida su masa sin masas adicionales, anote su valor en la casilla correspondiente a m_1 como se muestra en la figura 1.4. Seleccione el otro carrito como m_2 colóquelo sobre la balanza y adicione masas hasta que el valor medido sea superior al doble del valor de m_1 , anote el valor medido en la casilla correspondiente m_2 .
 - b) Siguiendo las mismas instrucciones del punto anterior invierta el carrito de m_1 con el carrito m_2 , sin cambiar las masas de carro, solo invierta las posiciones.
 - c) Distribuya las masas de manera que ambos carritos tengan el mismo valor de m , anote los valores medidos en la tabla en m_1 y m_2 .
11. En la ventana emergente **CASSYs** estará activa la entrada correspondiente a la conexión de las barreras ópticas, se pueden identificar como dos botones de color

LABORATORIO 1. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS CON CHOQUES ELÁSTICOS E INELÁSTICOS

rojo , de clic sobre ellos, se activará el menú de configuración experimental a la derecha como se muestra en la figura 1.5.



Choque lineal v_1 (E+F)

Rango: m/s

Bandera: mm

Disposición de carritos antes del choque

- 1 E F 2 (marchan uno contra otro)
- E 1 F 2 (carrito 1 en reposo)
- 1 E 2 F (carrito 2 en reposo)
- E 1 2 F (explosión)

Ayuda

→ 0 ← Fin de choque

Figura 1.5: Menú de configuración experimental.

12. Deje el Rango en 1 m/s .
13. Mida el ancho de la bandera amarilla que se encuentra en el carrito y confirme que el valor de **Bandera** coincide con la medida, si no es así, digite el valor medido.
14. Identifique la posición de las barreras de luz según los puertos de entrada en el módulo de adquisición de datos, una estará conectada en el puerto **E** y la otra en el puerto **F**. Seleccione en el panel que se muestra en la figura 1.5 la opción **carrito 2 en reposo** con relación a las barreras luminosas **E** y **F**. Ubique el carrito de masa **m2** en medio de las barreras luminosas y el carrito de masa **m1** afuera de la barrera luminosa conectada al puerto **E** como se muestra en la figura 1.6, en este caso el carrito 2 estará en reposo y el carrito uno se moverá hacia el carrito dos y chocarán.

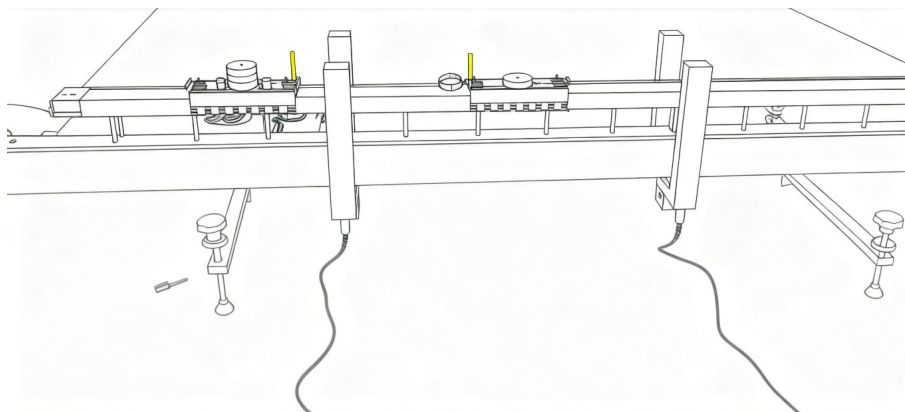



Figura 1.6: El carro izquierdo se encuentra fuera de las barreras y el carro derecho entre las barreras.

15. Una vez configuradas las condiciones iniciales de la práctica, identifique la opción  **Medición individual** haga clic en ella y notara que en la tabla se crea una nueva fila.

LABORATORIO 1. CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS CON CHOQUES ELÁSTICOS E INELÁSTICOS

16. Antes de realizar el choque, asegúrese de que las barreras no tengan medidas registradas, si es así, de clic en $\rightarrow 0 \leftarrow$ en el menú de configuración, ver figura 1.5, los indicadores de velocidad deberán estar en blanco o en cero según la configuración elegida.

17. Realice el experimento de colisión según el tipo de choque y verifique que el sistema registre correctamente las velocidades antes y después del choque.

NOTA: Una vez realizado el choque, asegúrese de que los carritos no lleguen al borde del carril, reboten y se registre una nueva velocidad, de ser así se deberá repetir la toma de datos. Para borrar una fila de la tabla, dar clic derecho sobre la tabla y en el menú que se despliega seleccionar **Borrar última línea de la tabla**.

18. Una vez obtenidas las velocidades antes y después del choque, identifique en la parte superior la pestaña **Velocidad**, se encuentra al lado de la pestaña Masa. De clic en ella, se desplegara la tabla de velocidades antes y después del choque.

19. Digite en esta tabla los valores de velocidad v_1 , v_2 , v_1' ó v_2' , para esto de clic debajo de cada velocidad según corresponda, ver imagen 1.7.

Masa	Velocidad	Cantidad de movimi...	Cantidad de movimi...	Energía	Energía total	Pérdida de energía
n	$v_1 / \text{m/s}$		$v_2 / \text{m/s}$		$v_1' / \text{m/s}$	$v_2' / \text{m/s}$

Figura 1.7: Tabla de velocidades antes y después del choque.

20. Repita el procedimiento para las diferentes configuraciones experimentales establecidas en el punto 10 de la sección 1.6 práctica de laboratorio.

1.7. Análisis de resultados

1. Compare los valores de momento lineal total antes y después del choque en cada ensayo. ¿Se conserva el momento lineal? Justifique con sus resultados.
2. Calcule el error porcentual en cada caso. ¿Los errores obtenidos son razonables? Argumente.
3. Compare la energía cinética antes y después del choque para cada caso. ¿Se conserva? Justifique con los datos.
4. Analice el comportamiento de las velocidades después del choque en todo los casos. ¿Qué diferencias físicas importantes identifica?
5. ¿Qué sucede con el sistema cuando las masas de los deslizadores son iguales vs diferentes?

1.8. Conclusiones

Responda de manera argumentada, con base en los resultados experimentales obtenidos:

- ¿Los resultados obtenidos permiten verificar la conservación del momento lineal en los choques analizados? Justifique a partir de la comparación entre valores antes y después del choque.
- ¿Bajo qué condiciones experimentales se observó una mejor aproximación al modelo teórico de conservación del momento lineal? Explique.
- ¿Se conservó la energía cinética en los choques elásticos? ¿Qué tan cercanos fueron los resultados a lo esperado teóricamente?

Laboratorio 2

Determinación del momento de inercia de una varilla tipo haltera mediante un sistema de torsión

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento dinámico de un sistema rotacional mediante la determinación experimental del momento de inercia, a partir de la caracterización de la constante de restitución angular del sistema y la relación funcional entre el momento de inercia, la distribución de masa y la geometría del montaje, con el fin de modelar e interpretar fenómenos físicos asociados al movimiento rotacional en contextos experimentales.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la constante de restitución angular (D_r) del muelle de acoplamiento.
2. Determinar experimentalmente el momento de inercia I_0 de la varilla de haltera cuando el eje de rotación coincide con el centro de masa de la varilla.
3. Hallar la relación del momento de inercia (I) en dependencia del valor (r^2).

2.2. Preinforme

1. Explique con sus propias palabras cuál es la diferencia física entre masa y momento de inercia. ¿Por qué se dice que el momento de inercia es la resistencia al cambio de rotación?
2. En el contexto del mantenimiento de motores y turbinas, ¿qué consecuencias físicas tiene que el momento de inercia no sea simétrico respecto al eje de rotación (desbalanceo)? Mencione al menos dos efectos negativos en la maquinaria.
3. Si quisiera certificar que la medición del momento de inercia es válida internacionalmente, ¿qué requisito deberían cumplir las masas y la regla utilizada? (Piense en los

conceptos de Calibración y Patrones).

2.3. Fundamento Teórico

El Momento de Inercia (I) es la propiedad de un cuerpo que indica su resistencia a adquirir una aceleración angular bajo la acción de un torque. Es el análogo rotacional de la masa. Para un sistema discreto de partículas (como las masas en la varilla), se define como [2]:

$$I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2 \quad (2.1)$$

Donde:

- m_i : Masa de la partícula i .
- r_i : Distancia perpendicular de la masa al eje de rotación.

Para esta práctica (Varilla con masas): Si consideramos la varilla delgada con eje en el centro y dos masas M a una distancia R del centro, el momento de inercia total (I_{total}) es:

$$I_{total} = I_{varilla} + 2(M \cdot R^2) \quad (2.2)$$

Nota: $I_{varilla}$ es constante, mientras que el término $2MR^2$ varía cuadráticamente al mover las masas.

Esto se estudia en el experimento tomando como ejemplo un disco con una varilla de haltera, sobre la cual se han colocado dos masa (m) simétricas a una distancia (r) del eje de rotación. En este caso el momento de inercia se define como

$$I = I_0 + 2 \cdot m \cdot r^2 \quad (2.3)$$

Donde I_0 : Momento de inercia de la varilla sin las masas.

Si el disco giratorio se acopla elásticamente a un soporte a través de un muelle helicoidal de tal forma que pueda rotar, el momento de inercia se puede determinar a partir del período de la oscilación del disco giratorio alrededor de su posición de reposo. Se tiene que:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{I}{D_r}} \quad (2)$$

D_r : Constante de restitución angular del muelle helicoidal. Es decir: El período (T) de la oscilación es mayor mientras mayor sea el determinado momento de inercia (I) del disco giratorio con la varilla de haltera, dado por la masa (M) y la distancia (r) [5].

2.4. Equipos de la práctica

- Sistema giratorio sobre cojín neumático.
- Sensor de reflexión de láser.

LABORATORIO 2. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE INERCIA DE UNA VARILLA TIPO HALTERA MEDIANTE UN SISTEMA DE TORSIÓN

- Contador digital.
- Masas de diferentes valores nominales.

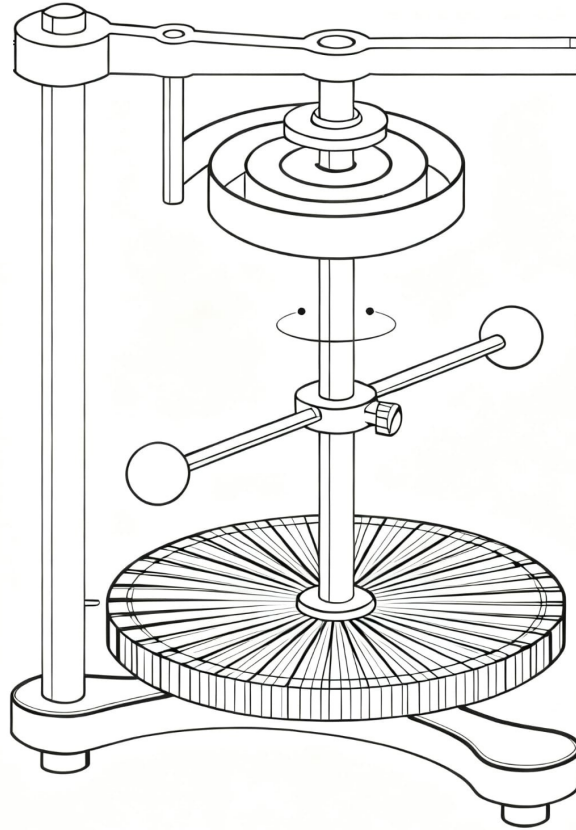


Figura 2.1: Representación esquemática del equipo de Momento de Inercia por el método de las oscilaciones de torsión

2.5. Procedimiento Experimental

1. Caracterización del sistema de laboratorio

- Utilice el montaje de medición para la determinación del momento de inercia por el método de las oscilaciones de torsión.
- Se pone en marcha el compresor y se desplaza la unidad de Marcha/Parada con su índice hasta al borde del disco giratorio de tal forma que éste quede enclavado.
- Se gira el disco giratorio hasta que el índice muestre hacia la posición 0° .
- Se desplaza el sensor de reflexión de láser hasta que la luz pase por el orificio de la posición 0° del disco giratorio.
- Se monta el muelle de 5 N en la nuez universal y se acopla magnéticamente en la polea de desviación.
- El conmutador selector del contador digital se ajusta en T_A/λ

LABORATORIO 2. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE INERCIA DE UNA
VARILLA TIPO HALTERA MEDIANTE UN SISTEMA DE TORSIÓN

2. Medición sin masas adicionales

- Se inicia una oscilación de torsión y se pulsa la tecla START .
- Se leen varios valores para el período de la oscilación y se anota el valor medio T en la primera fila de la tabla .

3. Medición con masas adicionales

- Dos masas adicionales de $m = 50$ g se cuelgan de la varilla de haltera simétricamente a una distancia de $r = 30$ mm.
- Se determina el valor medio de varios valores de medida para el período de la oscilación y se anota en la tabla
- Se aumenta la distancia r en pasos de 20 mm y se determina cada vez el período de oscilación T y luego se anota en la tabla
- Se realizan mediciones análogas con las masas adicionales $m = 25$ y 12,5 g y se anotan los valores en la tabla

Tabla 2.1: Registro de datos.

m [g]	r [cm]	T [s]	I [gm ²]
0	–		
0	–		
0	–		
50	3.0		
50			
50			
50			
25	3.0		
25			
25			
25			
12.5	3.0		
12.5			
12.5			
12.5			

- Realizar la gráfica momento de inercia (I) VS radio al cuadrado (r^2) donde se aprecie la curva de cada masa en la misma gráfica y obtenga el valor de momento de inercia I_0 según la ecuación 2.2.
- Realizar la gráfica momento de inercia (I) en función del del periodo al cuadrado (T^2), obtenga la ecuación de la línea de tendencia y estime la incertidumbre de la pendiente con la función ESTIMACION.LINEAL(y, x, 0, 1).
- De la ecuación 2 despeje el momento de inercia Y compare con la ecuación de la línea de tendencia del punto anterior y defina cual es el valor de la constante de restauración angular (D_r), expresada con su respectiva incertidumbre.

2.6. Análisis de Resultados

1. Al realizar la gráfica de I (eje Y) contra r^2 (eje X), ¿qué tipo de tendencia observa: lineal, exponencial o logarítmica?

Si la tendencia es lineal, ¿confirma esto que la ecuación teórica 2.2 es válida para describir el sistema? ¿Qué nos dice esto sobre cómo influye la posición de la masa en comparación con la cantidad de masa?

2. En la gráfica lineal ($y = mx + b$), observe el valor del intercepto con el eje Y (el valor de b). Físicamente, ¿qué representa este valor cuando la distancia r es cero?

Compare este valor experimental del intercepto con el valor teórico calculado para la varilla sola (I_0). ¿Son similares? ¿Qué porcentaje de error existe entre ambos?

3. Según los datos, ¿qué ocurre con el periodo de oscilación (T) a medida que aleja las masas del centro? Relacione este comportamiento con la ecuación 2. ¿Se puede concluir que un mayor momento de inercia implica una mayor o menor resistencia.^a cambiar la velocidad de oscilación?

2.7. Conclusiones

- La fórmula $2 \cdot m \cdot r^2$ asume que las masas adicionales son partículas puntuales. Sin embargo, en el laboratorio se utilizaron cilindros o discos con dimensiones reales. ¿Cree que esta simplificación teórica hace que el I calculado sea menor o mayor que el I real del sistema físico?
- Basándose en la sensibilidad que observó en el experimento (cómo cambia I y T con pequeños cambios en r), imagine un rotor industrial girando a 3000 RPM.

Si una de las aspas o componentes internos se desplaza apenas unos milímetros del centro (variando su r), ¿qué efecto tendría esto sobre el funcionamiento de la máquina y por qué es importante el proceso de calibración o balanceo dinámico?

Laboratorio 3

Caracterización de la eficiencia mecánica en sistemas de poleas múltiples

3.1. Objetivos

3.1.1. Objetivo general

Analizar experimentalmente la relación entre la fuerza aplicada y la carga resistida en diferentes configuraciones de polipastos, integrando conceptos teóricos de máquinas simples con aplicaciones prácticas.

3.1.2. Objetivos específicos

- Construir y evaluar dos configuraciones de sistemas de poleas.
- Verificar experimentalmente la relación teórica de la ventaja mecánica ideal en función del número de poleas móviles.
- Comparar la ventaja mecánica teórica con la real obtenida.

3.2. Preinforme

1. Defina los siguientes conceptos:

- Polea fija y polea móvil.
- Ventaja mecánica ideal y ventaja mecánica real.
- Polipasto o aparejo potencial.

2. Explique matemáticamente:

- ¿Cuál es la relación entre la fuerza aplicada (F) y la carga (W) en una polea fija y en una polea móvil?

- Para un polipasto con n poleas móviles, ¿cuál es la expresión de la ventaja mecánica teórica?

3. Realice un diagrama de cuerpo libre (DCL) para:

- Una polea fija con carga suspendida
- Una polea móvil con carga suspendida
- Un polipasto de dos poleas móviles

4. Mencione al menos tres aplicaciones de los polipastos en diferentes sectores productivos.

3.3. Introducción

Las poleas constituyen uno de los dispositivos más representativos dentro del estudio de las máquinas simples, debido a su capacidad para modificar la dirección y magnitud de una fuerza aplicada, facilitando la manipulación de cargas en múltiples contextos. Desde el punto de vista físico, una polea es un sistema mecánico compuesto por una rueda acanalada y una cuerda o cable, cuyo funcionamiento se fundamenta en los principios de equilibrio de fuerzas y transmisión de tensiones. Dependiendo de su configuración fija, móvil o combinada, las poleas pueden operar sin generar ventaja mecánica (como en el caso de las poleas fijas, que únicamente cambian la dirección de la fuerza) o permitir una reducción efectiva de la fuerza necesaria para elevar una carga, mediante la redistribución de la tensión en varios segmentos de cuerda.

3.4. Fundamento teórico

3.4.1. Principios de Máquinas Simples: La Polea

Las máquinas simples son dispositivos mecánicos que modifican la magnitud o dirección de una fuerza para realizar trabajo. La polea, clasificada como una máquina simple de tipo rueda y eje, es uno de los elementos fundamentales en los sistemas de elevación de carga [6].

Polea Fija

La polea fija actúa como una palanca de primer género con brazos iguales. Su función principal es cambiar la dirección de la fuerza aplicada, pero no proporciona ventaja mecánica en magnitud. La relación entre la fuerza aplicada (F) y la carga (W) es:

$$F = W \tag{3.1}$$

La ventaja mecánica ideal (VM_i) es:

$$VM_i = \frac{W}{F} = 1 \tag{3.2}$$

Polea Móvil

En la polea móvil, la carga está suspendida del eje de la polea, y un extremo de la cuerda está fijo. Analizando el diagrama de cuerpo libre, la tensión en la cuerda es la misma en ambos segmentos que soportan la polea móvil, por lo que:

$$2T = W \quad \Rightarrow \quad T = \frac{W}{2} \quad (3.3)$$

Si la fuerza aplicada $F = T$, entonces:

$$F = \frac{W}{2} \quad (3.4)$$

La ventaja mecánica ideal es:

$$VM_i = \frac{W}{F} = 2 \quad (3.5)$$

Relación de distancias: Para que la carga ascienda una distancia d_W , el extremo de la cuerda debe recorrerse $d_F = 2d_W$. Este principio de conservación del trabajo es fundamental en el diseño de sistemas de elevación:

$$F \cdot d_F = W \cdot d_W \quad (3.6)$$

Polipasto o Aparejo Potencial

El polipasto potencial combina múltiples poleas fijas y móviles en dos bloques. La ventaja mecánica teórica es igual al número de segmentos de cuerda que soportan la polea móvil, que corresponde al número de poleas en el bloque móvil (n):

$$VM_i = n \quad (3.7)$$

La fuerza requerida es:

$$F = \frac{W}{n} \quad (3.8)$$

La relación de distancias es:

$$d_F = n \cdot d_W \quad (3.9)$$

Este principio permite elevar cargas muy pesadas con fuerzas reducidas, a costa de recorrer mayores distancias, lo que se traduce en tiempo de operación [7].

3.5. Equipos de la práctica

- 3 Poleas simples del mismo diámetro.
- 1 Polea doble.
- 1 Dinamómetro analógico.
- 1 Juego de masas.
- Cuerda.
- 1 Soporte.

3.6. Práctica de laboratorio

Antes de iniciar la toma de datos, se debe:

- Verificar el correcto funcionamiento de las poleas, asegurando una rotación libre y sin obstrucciones.
- Comprobar el ajuste a cero del dinamómetro y registrar su resolución instrumental.
- Seleccionar una masa constante m que será utilizada en todos los arreglos experimentales.
- Garantizar que la cuerda se encuentre correctamente alineada y sin deformaciones apreciables.

3.6.1. Sistema con una polea fija simple.

1. Instale una polea fija en el soporte del equipo.
2. Suspenda la masa m en uno de los extremos de la cuerda.
3. Conecte el dinamómetro al extremo libre de la cuerda fijándolo al soporte de las poleas como se muestra en la figura [3.1](#).
4. Libere la masa y espere hasta que el sistema en equilibrio.
5. Registre el valor de la fuerza indicada por el dinamómetro.

Este arreglo permitirá establecer una referencia experimental para el peso de la masa.

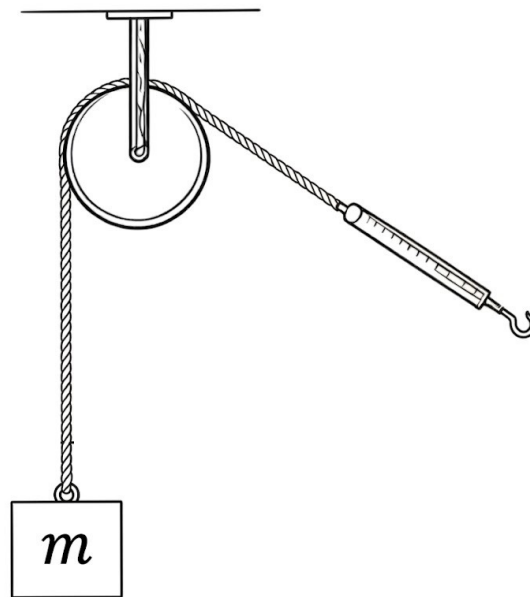


Figura 3.1: Esquemático montaje con dos poleas.

3.6.2. Sistema con dos poleas una fija y una móvil

1. Configure dos poleas, una fija y una móvil en serie sobre el soporte como se muestra en la figura 3.2.
2. Mantenga la misma masa m suspendida.
3. Ubique el dinamómetro en el extremo libre de la cuerda.
4. Libere la masa y espere hasta que el sistema esté en equilibrio.
5. Registre la fuerza medida.

En este caso se evaluará el efecto de la incorporación de elementos adicionales en la ventaja mecánica.

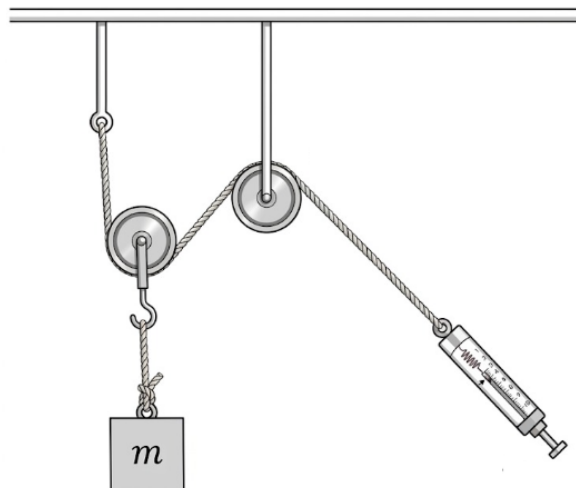


Figura 3.2: Esquemático montaje con dos poleas.

3.6.3. Sistema con tres poleas una fija y dos móviles

1. Configure tres poleas, un fijas y dos móvil en serie sobre el soporte como se muestra en la figura 3.3.
2. Mantenga la misma masa m suspendida.
3. Ubique el dinamómetro en el extremo libre de la cuerda.
4. Libere la masa y espere hasta que el sistema en equilibrio.
5. Registre la fuerza medida.

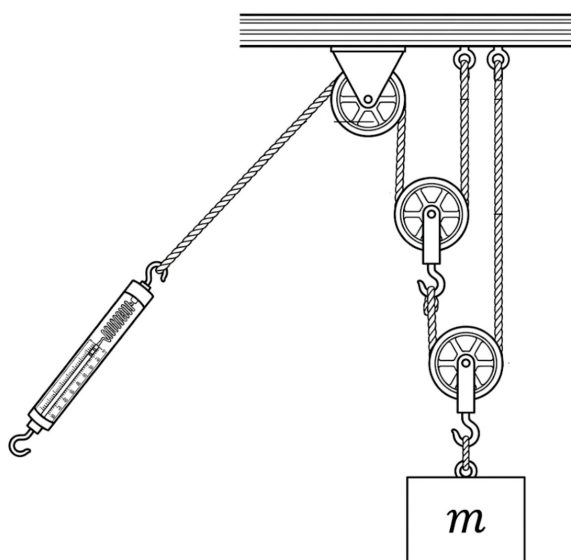


Figura 3.3: Esquemático montaje con tres poleas.

Este arreglo permitirá analizar el efecto acumulativo de la ventaja mecánica en el sistema.

3.6.4. Sistema tipo aparejo (reconfiguración del sistema)

1. Reorganice el sistema anterior utilizando una polea doble fija (aparejo) y una polea simple móvil adicional.
2. Configure el sistema de tal manera que la cuerda genere múltiples segmentos de soporte sobre la carga como se muestra en la figura 3.4.
3. Mantenga la misma masa m y Ubique el dinamómetro en el extremo libre de la cuerda.
4. Libere la masa y espere hasta que el sistema en equilibrio.
5. Registre el valor de la fuerza medida.

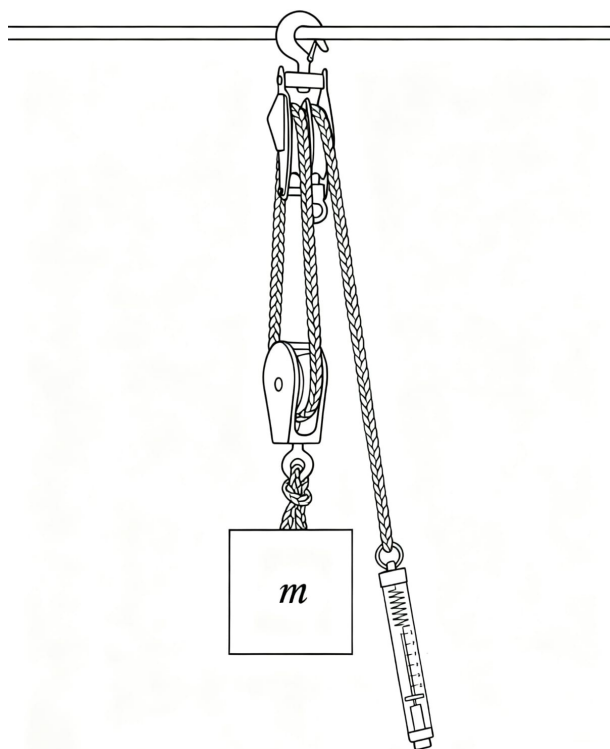


Figura 3.4: Esquemático montaje con aparejo.

Este arreglo permitirá evidenciar la aparición de una ventaja mecánica efectiva a partir de la redistribución de la tensión en la cuerda.

Recomendaciones

Durante la ejecución de la práctica se debe garantizar que:

- La masa utilizada sea la misma en todos los arreglos.
- El sistema se encuentre en equilibrio estático al momento de la medición.
- No existan movimientos bruscos que alteren la lectura del dinamómetro.
- Se minimicen efectos externos como vibraciones o desalineaciones.

Tabla 3.1: Fuerza

Arreglo	Masa m	Peso $w[N]$	F fuerza medida $[N]$	VM_i	VM
1					
2					
3					
Aparejo					

3.7. Análisis de resultados

- Compare la ventaja mecánica ideal con la ventaja mecánica real para cada arreglo de poleas, encuentre el error relativo entre ellas y discuta por que se dan estas diferencias.
- Compare la fuerza aplicada w y la fuerza medida F en el dinamómetro, ¿cómo es la relación entre ellas? ¿Qué pasa a medida que se aumenta el número de poleas?
- Cuente el número de segmentos de cuerda entre las poleas sin contar el segmento que se une al dinamómetro y compare este número con la ventaja mecánica ideal.
- Compare la ventaja mecánica del arreglo de tres poleas con la ventaja mecánica del aparejo.

3.8. Conclusiones

- Basado en la ventaja mecánica calculada para el Aparejo frente al sistema de tres poleas en serie, ¿cuál de los dos sistemas recomendaría para un uso industrial donde se busca optimizar el esfuerzo humano, y por qué?
- ¿En qué medida los resultados experimentales permiten validar el modelo teórico de las poleas como máquinas simples? Justifique su respuesta a partir de la comparación entre valores ideales y reales.
- ¿Por qué el sistema tipo aparejo presenta ventaja mecánica mientras que los arreglos con poleas fijas no? Explique en términos de distribución de fuerzas.
- Al comparar el arreglo de tres poleas con el sistema tipo aparejo, ¿qué puede concluir sobre la importancia de la configuración frente al número de poleas?

Bibliografía

- [1] Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young, and Roger A. Freedman. *Física universitaria*, volume 1. Pearson Educación, México, 12 edition, 2009.
- [2] Raymond A. Serway and John W. Jewett. *Física para ciencias e ingeniería con física moderna*. Cengage Learning Editores, México, 2018.
- [3] Leybold GmbH. *Instrucciones de manejo: Riel de aire con barreras de luz y software CASSy2*. LD Didactic GmbH, Huerth, Alemania, 2023. Número de experimento P1.3.4.1+8.
- [4] JCGM. Vocabulario internacional de metrología: Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (vim), 2012. 3ª edición en español, Centro Español de Metrología (CEM), Madrid, España.
- [5] 3B Scientific GmbH. *Momento de Inercia de una Varilla con Pesas Desplazables (Varilla tipo Haltera)*. Physics Experiments, Hamburgo, Alemania, 2024. Número de experimento UE1040210.
- [6] O. E. Castro Hernández. Guías de prácticas de laboratorio de física i: Ciclo de fundamentación, 2025. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Documento académico, agosto de 2025.
- [7] R. C. Hibbeler. *Ingeniería Mecánica: Estática*. Pearson Educación, México, 14 edition, 2017.