

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Vicerrectoría Académica y de Investigación**

**Guías de laboratorio del componente práctico del curso de Física General (Centros que cuentan con equipos PHYWE)**

<b>Escuela o Unidad Académica</b>	Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería				
<b>Nivel de formación</b>	Profesional				
<b>Campo de Formación</b>	Formación interdisciplinar básica común				
<b>Nombre del curso</b>	Física General				
<b>Código del curso</b>	100413				
<b>Tipo de curso</b>	Metodológico	<b>Habitable</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>X</b>
<b>Número de créditos</b>	3				

<b>Introducción</b>	La Física hace parte de las ciencias naturales y por ende, la experimentación hace parte de los procesos por medio de los cuales se llegan a las diferentes leyes y reglas que rigen el comportamiento de los diferentes fenómenos naturales del universo.
<b>Justificación</b>	En el laboratorio de física general, se desarrollan competencias y habilidades, que solamente se consiguen por medio de la interacción y manipulación de los diferentes equipos, logrando de esta manera, evidenciar el vínculo entre la teoría y la experimentación.
<b>Intencionalidades formativas<sup>1</sup></b>	<p>Propósitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir al fomento del espíritu investigativo del estudiante a través del desarrollo de actividades y experiencias de comprobación de conceptos.</li> <li>• Promover en el estudiante la interiorización de una verdadera cultura metrológica.</li> </ul> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el estudiante consiga una mejor comprensión de los fenómenos físicos y una capacidad operativa experimental.</li> <li>• Que el estudiante presente de manera clara, rigurosa y concisa informes de laboratorio y reportes de trabajo en los cuales utilice la física como herramienta.</li> </ul>

<sup>1</sup> Tomado de Guía componente práctico UNAD (2012)

	<p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificará y comprenderá el funcionamiento y utilidad de los diferentes elementos de prueba y medición empleados comúnmente en un laboratorio de física.</li> <li>• Desarrollará habilidades relacionadas con el desarrollo de prácticas en un laboratorio y el montaje y puesta en marcha de actividades experimentales.</li> </ul> <p>Competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante reconoce la experimentación y el método científico como herramientas válidas dentro del proceso de construcción de nuevo conocimiento.</li> <li>• El estudiante diseña y evalúa diferentes métodos de medición en un determinado contexto</li> </ul>
<b>Denominación de prácticas:</b>	<p>Práctica para los centros que SI cuentan con equipos PHYWE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica No 1: Determinación de la densidad de cuerpos sólidos.</li> <li>• Práctica No 2: Lanzamiento de proyectiles.</li> <li>• Práctica No 3: Segunda ley de Newton (Cobra 4)</li> <li>• Práctica No 4: Energía cinética y potencial.</li> <li>• Práctica No 5: Péndulo balístico.</li> <li>• Práctica No 6: Presión hidrostática en el agua.</li> </ul> <p>Práctica para los centros que NO cuentan con equipos PHYWE.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica No 7: Proporcionalidad.</li> <li>• Práctica No 8: Movimiento Uniforme Acelerado (M.U.A.)</li> <li>• Práctica No 9: Segunda ley de Newton.</li> <li>• Práctica No 10: Trabajo y energía cinética.</li> <li>• Práctica No 11: Conservación de la energía cinética.</li> <li>• Práctica No 12: Vaso de Torricelli.</li> </ul>
<b>Número de horas:</b>	12.
<b>Porcentaje</b>	28% de la nota total del curso, correspondientes a 140/500 puntos.

<b>Curso Evaluado por proyecto</b>	SI____ No <u>X</u> .
<b>Seguridad industrial</b>	Los materiales y equipos que se utilizan en las diferentes prácticas de laboratorio, no representan un peligro para la seguridad de los estudiantes y tutor.

A continuación se presentan las guías de laboratorio del curso de física general, que se deben desarrollar en los centros que cuentan con equipos PHYWE, los cuales son Acacias, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena, Ibagué, Medellín, Palmira y Tunja.

### GUÍAS DE LABORATORIO PARA LOS CENTROS QUE CUENTAN CON EQUIPOS PHYWE.

#### PRÁCTICA No. 1 – Determinación de la densidad de cuerpos sólidos.

Horas de la práctica:	2
Temáticas de la práctica:	<b>UNIDAD 1: MEDICIÓN Y CINEMÁTICA. TEMÁTICA: FÍSICA Y MEDICIÓN.</b>
Intencionalidades formativas:	<b>Objetivo(s)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la masa, el volumen y el peso de una columna de madera, de una columna de acero y de una columna de aluminio a partir de un set de masas.</li> <li>Determinar la densidad de un objeto sólido.</li> </ul>

#### Fundamentación Teórica:

Otro ejemplo de una cantidad deducida es la densidad; la densidad  $\rho$  (letra griega ro) de cualquier sustancia se define como su masa por unidad de volumen:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

En términos de cantidades fundamentales, la densidad es una proporción de una masa a un producto de tres longitudes. Por ejemplo, el aluminio tiene una densidad de  $2.70 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , y el hierro tiene una densidad de  $7.86 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Es factible pensar en una diferencia extrema en densidad al imaginar que sostiene un cubo de 10 centímetros (cm) de espuma de estireno en una mano y un cubo de 10 cm de plomo en la otra [1].

### Descripción de la práctica:

Por medio del montaje de la balanza (Ver figura 1.1) y con el calibrador Vernier, el estudiante determina las dimensiones y la masa de diferentes piezas sólidas, para calcular la densidad de éstas piezas.

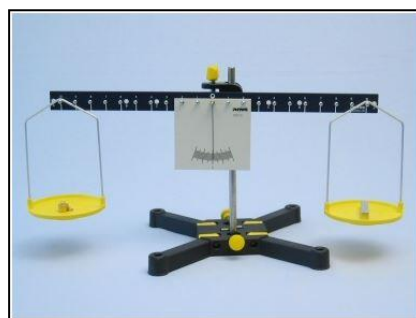


Figura 1.1. Montaje para determinar la densidad de un cuerpo sólido.

### Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):

La numeración de los elementos utilizados en la práctica, se realiza con base en la Figura 1.2: (1) Beaker plástico de forma pequeña de 100 ml de capacidad, (2) columnas de madera, acero y aluminio, (3) cilindro plástico graduado de 50 ml, (4) Calibrador Vernier, (5) hilo de pescar en carrete, (6) platillos de balanza, placa con escala, apuntador del nivel. (7) base del soporte universal, (8) barras de soporte de acero de 250 mm de longitud y 10 mm de diámetro, (9) Nuez doble, (10) ping asegurador, (11) set de masas de precisión, 1.0 g...50 g y (12) palanca.

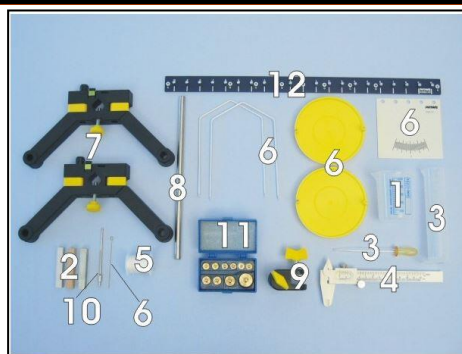


Figura 1.2. Recursos utilizados en la práctica para determinar la densidad de un cuerpo sólido.

**Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:**

Ninguno.

**Seguridad Industrial**

No se requiere.

**Metodología:**

**Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.**

Manejo de unidades de medida, uso del calibrador Vernier, concepto de densidad.

**Forma de trabajo:**

Manipulación de los instrumentos de laboratorio, toma de datos y elaboración del informe de laboratorio en grupos de 3 personas como máximo.

**Procedimiento:**

1. Arme el soporte universal con la barra del soporte corta y la base.
2. Ubique la placa con escala en la mitad de la palanca; ubique el ping asegurador en el agujero del puntero y simultáneamente en el agujero de la palanca.
3. Ensamble el plato de balanza y cuelgue cada uno de ellos en los extremos de la palanca.
4. Ubique el puntero de tal manera que apunte exactamente en la marca cero.

5. Determine la masa "m" de la columna de madera, colocando la columna en un plato de la balanza y en el otro las masas del set de masas, hasta que la balanza se encuentre en equilibrio y registre esos valores en la tabla 1.1.

Objeto	m(g)	l (cm)	a (cm)	e (cm)	V(cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Columna de madera						
Columna de aluminio						
Columna de acero						
Pieza de masa del set	m(g)	V <sub>0</sub> (cm <sup>3</sup> )	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> )	V (cm <sup>3</sup> )	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	

Tabla 1.1. Valores de las dimensiones y volumen de las piezas.

6. Repita el proceso anterior para determinar las masas de las columnas de acero y aluminio.
7. Con el calibrador Vernier, mida la longitud (l), ancho(a) y alto (e) de los tres cuerpos regulares (Columnas) y calcule su volumen ( $V=l*a*e$ ) usando los valores medidos; regístrelos en la tabla No 1.1.
8. Determine el volumen de una de las masas de las piezas del set de masas, utilizando el método de inmersión.
- Llene el cilindro graduado con 30 ml de agua ( $V_0$ ) y lea el nivel de agua en el cilindro.
  - Una un pedazo de hilo de pescar al peso y sumérjalo en el cilindro graduado hasta que este se encuentre completamente cubierto por el agua. Lea el nuevo nivel de agua como  $V_1$ .
  - Calcule el volumen de agua desplazado y regístrelo como "V" en la tabla No 1.1 para la pieza del set de masas.

### Sistema de Evaluación:

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

### Informe o productos a entregar:

1. Calcule la densidad de los 4 (3 columnas y 1 pieza del set de masas) objetos en g/cm<sup>3</sup> a partir de los valores de las masas "m" y volúmenes "V" conforme la formula (1.1) y registre los resultados en la tabla 1.1.
2. Compare la densidad de la pieza seleccionada del set de masas con la de las columnas metálicas y determine numéricamente la relación entre los objetos comparados.
3. Organice las columnas secuencialmente de menor a mayor, conforme sus densidades.
4. Responda las siguientes preguntas:
  - A. ¿Qué puede afirmar acerca de la densidad de la columna de madera en comparación con las columnas metálicas?

- B. ¿Qué proceso diferente al realizado en la presente práctica, permite determinar la densidad de otros materiales?
- C. ¿Hay sustancias cuya densidad sea mayor que la del acero? ¿De qué características físicas depende que existan estos materiales con mayor densidad?
- D. ¿Qué método podría utilizarse para determinar la densidad de un gas?
- E. ¿Cuál es el material del que está hecha la pieza del set de masa?

## PRÁCTICA No. 2 –Lanzamiento de proyectiles.<sup>2</sup>

Horas de la práctica:	<b>2</b>
Temáticas de la práctica:	<b>UNIDAD 1: MEDICIÓN Y CINEMÁTICA. TEMÁTICA: MOVIMIENTO EN DOS DIMENSIONES</b>
Intencionalidades formativas:	<p><b>Objetivo(s)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la naturaleza compuesta del movimiento parabólico por un Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.) en el eje horizontal y un Movimiento Uniformemente Acelerado (M.U.A.) en el eje vertical.</li> <li>• Verificar la relación del alcance y la altura máxima de la trayectoria como función del ángulo y velocidad de disparo.</li> <li>• Determinar una expresión para el tiempo de vuelo a partir del análisis del movimiento.</li> <li>• Verificar la naturaleza simétrica de las coordenadas y velocidades del desplazamiento en función del tiempo de vuelo.</li> </ul>

<sup>2</sup> Para el desarrollo de la guía de la práctica No. 02, se tomó como referencia la guía desarrollada por el grupo de tutores del componente práctico del CEAD JAG de Bogotá del año 2013.



## Fundamentación Teórica:

En la vida real, el movimiento de un objeto se realiza en el plano, y de manera más general en el espacio. Cuando un objeto se lanza cerca de la superficie de la Tierra y éste forma un ángulo de inclinación con la horizontal diferente de cero grados, su trayectoria parabólica se puede describir como la composición de dos movimientos, uno en el eje horizontal: Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.) y un Movimiento Uniformemente Acelerado (M.U.A.) en el eje vertical. ¿Cuáles son las características de cada uno de estos movimientos? ¿En qué se diferencian dichos movimientos? ¿Qué consecuencias tendría tener sólo uno de los movimientos?

La figura 2.1, representa un movimiento parabólico, el cual está constituido por dos movimientos, uno horizontal en el que el proyectil recorre distancias iguales en tiempos iguales (el valor de la componente horizontal de la velocidad es igual a la inicial en cualquier instante de tiempo) y un movimiento vertical con aceleración constante (en este caso actúa la aceleración de la gravedad).

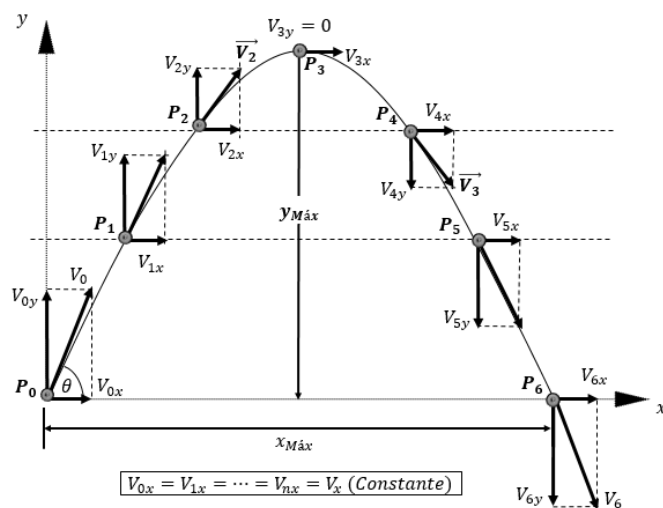


Figura 2.1. Lanzamiento de proyectiles.

Donde:

$V_0$ : Velocidad inicial del proyectil (para  $t=0.0$  s).

$V_{0x}$ : Componente horizontal de la Velocidad inicial del proyectil (para tiempo  $t=0.0$  s).

$V_{0y}$ : Componente vertical de la Velocidad inicial del proyectil (para tiempo  $t=0.0$  s).

$V_x$ : Componente horizontal de la Velocidad (Para cualquier tiempo  $t \neq 0.0$  s).

$V_y$ : Componente vertical de la Velocidad (Para cualquier tiempo  $t \neq 0.0$  s).

$\theta$ : Ángulo inicial que forma la velocidad con la horizontal.

$y_{Máx}$ : Altura máxima alcanzada por el proyectil (En el tiempo  $t=t_v/2$ , siendo " $t_v$ " el tiempo de vuelo del proyectil).

$x_{Máx}$ : Alcance horizontal máximo (En el tiempo  $t=t_v$ , siendo " $t_v$ " el tiempo de vuelo del proyectil).



Para describir este movimiento se usan las siguientes ecuaciones, las cuales, por ser vectoriales se deben tratar por medio de sus componentes rectangulares:

- Componentes de la velocidad inicial:

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta \quad (2.1)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta \quad (2.2)$$

- Componentes de la Velocidad en un instante de tiempo "t":

$$v_x = v_{0x} \quad (2.3)$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - gt \quad (2.4)$$

- Altura máxima que alcanza el proyectil:

$$y_{Máx} = \frac{(v_0)^2 (\sin \theta)^2}{2g} \quad (2.5)$$

- Alcance horizontal máximo:

$$x_{Máx} = \frac{(v_0)^2 \sin 2\theta}{g} \quad (2.6)$$

- Posición del proyectil en un instante de tiempo "t":

$$x(t) = x_0 + v_x t \quad (2.7)$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2.8)$$

**NOTA:** en todas las ecuaciones anteriores, el valor de la gravedad es aproximadamente igual a 9.81 m/s<sup>2</sup>.

### Descripción de la práctica:

Por medio del dispositivo de péndulo balístico PHYWE, se verificarán las ecuaciones que definen la cinemática del movimiento en dos dimensiones, en particular, el lanzamiento de proyectiles, de tal manera, que se asume que las fuerzas no conservativas, son despreciables.

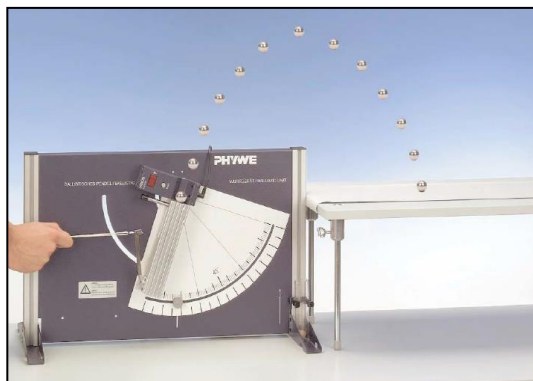


Figura 2.2. Péndulo balístico.

### Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):

Dispositivo de péndulo balístico, balín de acero, superficie metálica, fuente de poder para el sensor digital de movimiento, papel carbón, hojas re utilizables y cinta adhesiva.

### Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:

Ninguno.

### Seguridad Industrial:

No se requiere.

### Metodología:

### Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.

Es necesario que el estudiante tenga conocimientos sobre aritmética y álgebra básica, el manejo de tablas de cálculo de Excel o programas similares y finalmente, conocer y comprender el significado de las ecuaciones que definen el movimiento en dos dimensiones y por ende, las ecuaciones del Movimiento Uniforme (M.R.U) y del Movimiento Uniforme Acelerado (M.U.A).

### Forma de trabajo:

Manipulación de los instrumentos y dispositivos de laboratorios, toma de datos y elaboración del informe en grupos de mínimo tres y máximo cinco estudiantes.

### Procedimiento:

1. Cubra con el papel blanco la mesa y fíjelo haciendo uso de la cinta adhesiva. Sobre éste coloque papel carbón para registrar cada impacto de la esfera sobre la mesa.
2. Ajuste la unidad balística como indica la Figura 2.2 del montaje y realice cada uno de los siguientes pasos, para tres ángulos diferentes (sugerencia: ubicar los tres ángulos entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$  y regístrelos en la Tabla 2.1).
3. Ajuste los tornillos de la base y gire hasta obtener una proyección vertical.
4. Dispare el balón (observará que se ha realizado una medición de velocidad inicial en el display del dispositivo, dicha medición debe registrarla en la Tabla 2.1 como la velocidad inicial " $v_0$ " para cada ángulo)
5. Con una regla mida el alcance horizontal máximo ( $x_{Máx}$ ) del balón para cada uno de los ángulos (registrar los valores de las distancias en la Tabla 2.1).

### Sistema de Evaluación:

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

### Informe o productos a entregar:

1. Utilice las Ecuaciones (2.5) y (2.6) para calcular los valores de la altura máxima y alcance máximo ( $y_{Máx}$  y  $x_{Máx}$ ); registre los valores obtenidos en la Tabla 2.1. (Debe repetir el mismo procedimiento para los tres ángulos).
2. A partir de la ecuación de la componente vertical de la velocidad, Ecuación (2.4), deduzca la expresión para el tiempo de vuelo ( $t_v$ ), teniendo en cuenta los siguientes principios del lanzamiento de proyectiles:
  - Exactamente en la mitad de la trayectoria, el proyectil alcanza su punto más alto ( $y_{Máx}$ ).

- En el punto más alto la componente vertical de la velocidad ( $v_y$ ) es igual a cero.
- El tiempo de ascenso de proyectil, desde que se lanza hasta el punto más alto, es exactamente igual al tiempo de descenso desde el punto más alto hasta el punto más bajo (aclarando que estos dos puntos se encuentran sobre la misma horizontal).

$\theta$ [Grados]	$v_0$ [m/s] Sensor	$v_{0x}$ [m/s] Fórmula	$v_{0y}$ [m/s] Fórmula	$x_{Máx}$ [m] Regla	$x_{Máx}$ [m] Fórmula	$y_{Máx}$ [m] Fórmula	$t_v$ [s]
$\theta_1 =$							
$\theta_2 =$							
$\theta_3 =$							

Tabla 2.1 Datos de la velocidad inicial, alcances máximos y tiempo de vuelo del balón.

$\theta_-$	Tiempo de vuelo [s]	$0t_v = 0s$		$\frac{t_v}{6} =$		$\frac{t_v}{4} =$		$\frac{t_v}{2} =$		$\frac{3t_v}{4} =$		$\frac{5t_v}{6} =$		$t_v =$	
	Componentes de la velocidad [m/s]	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$	$v_x$	$v_y$
	Módulo de la velocidad [m/s]	$ \vec{v} _1 =$		$ \vec{v} _2 =$		$ \vec{v} _3 =$		$ \vec{v} _4 =$		$ \vec{v} _5 =$		$ \vec{v} _6 =$		$ \vec{v} _7 =$	

Tabla 2.2 Datos de la velocidad y sus respectivas componentes para diferentes tiempos.

- Calcule los valores de las componentes de la velocidad ( $v_x$  y  $v_y$ ) de uno de los tres ángulo (Seleccione entre  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  y  $\theta_3$ ), para los tiempos  $0$ ,  $t_v/6$ ,  $t_v/4$ ,  $t_v/2$ ,  $3t_v/4$ ,  $5t_v/6$  y  $t_v$  (donde  $t_v$  es el tiempo de vuelo del balón) y escríbalos en la Tabla 2.2.
- Realice una gráfica del Módulo de la Velocidad  $|\vec{v}|$  contra tiempo y represente las componentes de la velocidad ( $v_x$  y  $v_y$ ) en los tiempo  $0$ ,  $t_v/6$ ,  $t_v/4$ ,  $t_v/2$ ,  $3t_v/4$ ,  $5t_v/6$  y  $t_v$  (donde  $t_v$  es el tiempo de vuelo del balón).
- Determine el valor de las componentes horizontal ( $v_{0x}$ ) y vertical ( $v_{0y}$ ) de la velocidad inicial para cada uno de los tres ángulos y regístrelos en la Tabla 2.1 (Especifique el procedimiento utilizado para realizar dichos cálculos).
- Compare el resultado obtenido del  $x_{Máx}$  medido con la regla con el obtenido por medio de la aplicación de la Ecuación (2.6) ¿Qué puede concluirse?
- Calcule los valores de "y" e "x", para los tiempos  $0$ ,  $t_v/6$ ,  $t_v/4$ ,  $t_v/2$ ,  $3t_v/4$ ,  $5t_v/6$  y  $t_v$  (donde  $t_v$  es el tiempo de vuelo del balón) y escríbalos en la Tabla 2.3. Utilice las Ecuaciones (2.7) y (2.8).

8. Trace en una sola gráfica los valores de  $y$  Vs  $x$ , para los tres ángulos y realice su respectivo análisis.

$\Theta_1$	Tiempo de vuelo [s]	$0t_v = 0s$		$\frac{t_v}{6} =$		$\frac{t_v}{4} =$		$\frac{t_v}{2} =$		$\frac{3t_v}{4} =$		$\frac{5t_v}{6} =$		$t_v =$	
	Distancias horizontal y vertical [m]	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$
$\Theta_2$	Tiempo de vuelo [s]	$0t_v = 0s$		$\frac{t_v}{6} =$		$\frac{t_v}{4} =$		$\frac{t_v}{2} =$		$\frac{3t_v}{4} =$		$\frac{5t_v}{6} =$		$t_v =$	
	Distancias horizontal y vertical [m]	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$
$\Theta_3$	Tiempo de vuelo [s]	$0t_v = 0s$		$\frac{t_v}{6} =$		$\frac{t_v}{4} =$		$\frac{t_v}{2} =$		$\frac{3t_v}{4} =$		$\frac{5t_v}{6} =$		$t_v =$	
	Distancias horizontal y vertical [m]	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$	$x$	$y$

Tabla 2.3 Datos de las posiciones vertical y horizontal para diferentes tiempos.

### PRÁCTICA No. 3 –Segunda ley de Newton (Con Cobra 4).<sup>3</sup>

Horas de la práctica:	2
Temáticas de la práctica:	UNIDAD 2: DINÁMICA Y ENERGÍA. TEMÁTICA: LAS LEYES DE MOVIMIENTO Y SUS APLICACIONES
Intencionalidades formativas:	Objetivo(s)

<sup>3</sup> Guía adaptada por el tutor del JAG (Bogotá) Jorge Yory

- Analizar datos experimentales mediante la relación funcional entre dos variables.
- Verificar que el movimiento observado en el sistema construido corresponde a un MUA.
- Evaluar si la aceleración esperada teóricamente, en base a los parámetros de construcción del sistema, efectivamente se refleja en el comportamiento cuantitativo encontrado para el sistema.
- Verificar la segunda ley de Newton.

### Fundamentación Teórica:

Cuando se ve desde un marco de referencia inercial, la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre éste e inversamente proporcional a su masa:

$$a \propto F_{\text{neta}} \quad a \propto \frac{1}{M} \quad (3.1)$$

Si se elige una constante de proporcionalidad 1, se relaciona masa, aceleración y fuerza a través del siguiente enunciado matemático de la segunda ley de Newton:

$$F_{\text{neta}} = Ma \quad (3.2)$$

La fuerza y la aceleración tienen carácter vectorial, y la fuerza neta es la suma vectorial de las fuerzas individuales que obran sobre el cuerpo. Por eso la segunda ley de Newton se escribe usualmente así:

$$\Sigma \vec{F} = M\vec{a} \quad (3.3)$$

Para analizar teóricamente el movimiento de un sistema mecánico, se aplica la metodología newtoniana, consistente en identificar los cuerpos importantes, trazar sus diagramas de cuerpo libre, plantear la segunda ley de Newton para cada uno de los cuerpos expresada en coordenadas (usualmente cartesianas), resolver el sistema de ecuaciones resultante, y finalmente interpretar los resultados.

### Descripción de la práctica:

Utilización del dispositivo de riel de aluminio de baja fricción, junto con el software Cobra 4, para la comprobación de la segunda ley de Newton.

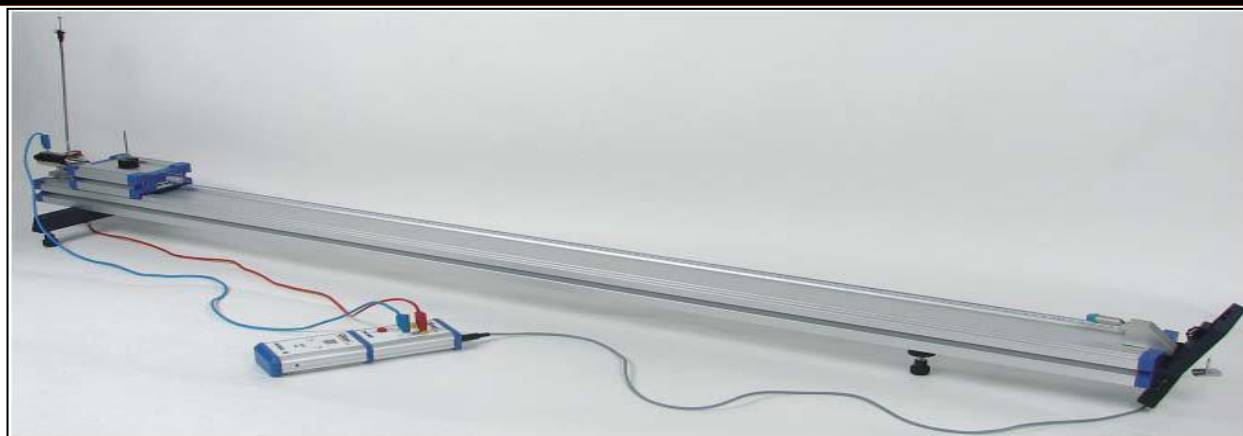


Figura 3.1. Montaje experimental "Leyes de Newton"

#### Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):

Cobra4 Wireless-Manager, Cobra4 Sensor-Unidad temporizador/contador, pista de demostración de aluminio de 1,5 m, carro de baja fricción, sistema de arranque, juego de masas ranuradas de 1 g y 10 g, porta pesos de 1g, cables de conexión, software Cobra4, barrera de luz compacto, polea móvil, imán, sistema f. starter y un equipo de cómputo.

#### Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:

Software "measure" de PHYWE.

#### Seguridad Industrial:

No se requiere.

#### Metodología:

#### Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.

Conocimiento básico sobre el manejo del software "measure"; análisis de datos experimentales mediante graficación, linealización e interpretación de pendiente; leyes de Newton y método newtoniano de análisis de sistemas dinámicos.



### Forma de trabajo:

Manipulación de los instrumentos y dispositivos de laboratorio, toma de datos experimentales, análisis de datos, y elaboración del informe en grupos de mínimo tres y máximo cinco estudiantes.

### Montaje (Ver figura 3.1 de la página anterior):

1. Coloque la pista sobre una superficie nivelada. Use los tres tornillos de ajuste para alinear la pista horizontalmente si es necesario.
2. Atornille el dispositivo de arranque en el extremo de la pista de modo que cuando el émbolo sea gatillado, regrese al dispositivo sin impartir golpe brusco.
3. Conecte el conector superior del dispositivo de arranque a la entrada "Mass" y el conector con cubierta roja a la entrada "Start" de la unidad sensora temporizadora/contadora.
4. Atornille el soporte de extremo al final de la pista e inserte el tubo con plastilina.
5. Use el soporte de polea para asegurar la pieza barrera de luz al soporte de extremo de pista.
6. Enchufe el adaptador a la pieza barrera de luz y conéctelo a la unidad sensora temporizadora/contadora.
7. Inserte la polea incremental en la pieza barrera de luz.
8. Atornille la varilla que en el carro asegura las pesas de carga. Coloque el carro en la pista. Inserte el imán con clavija al costado del carro del lado del dispositivo de arranque.
9. Use la pieza con aguja y clavija para fijar el extremo del hilo al carro, en la dirección de viaje del carro, de esta manera: inserte el hilo al carro en el agujero superior y la pieza con aguja y clavija en el agujero lateral, de modo que el hilo quede asegurado en su posición.
10. Coloque el carro en su posición de partida de modo que el imán retenedor y el mecanismo de arranque entren en contacto.
11. Extienda el hilo en la dirección de movimiento del carro y pásela por la polea incremental. Corte el hilo a la longitud apropiada para asegurarlo a la porta pesas, de tal manera que este pueda colgar libremente.
12. Amarre el extremo libre del hilo a la porta pesas.

### Notas:

- Es necesario asegurar que cuando la masa  $m_1$  cae, el hilo pasa por la polea incremental, y de esa forma la hace girar. También debe asegurarse que la masa  $m_1$  no oscila antes ni durante la medida, y puede caer libremente hasta el piso, sin tocar el borde de la mesa.
- Hay que restaurar la forma inicial de la plastilina después de cada golpe, para asegurar que el impacto del carro queda amortiguado lo mejor posible.

- Después de cada carrera del carro, asegurarse de que las pesas ranuradas que conforman  $m_1$  permanecen en el porta pesas.
- El hilo debe quedar paralelo a la pista y mantenerse tenso antes y durante la carrera del carro.

### Procedimiento:

1. Encienda el computador PC y el sistema operativo de su equipo de cómputo.
2. Enchufe el administrador inalámbrico Cobra 4 al puerto USB del computador.
3. Abra el paquete de software Measure en el computador (Previamente instalado por el tutor de la práctica).
4. Acople la unidad sensora temporizadora/contadora al enlace inalámbrico Cobra 4 y encienda este último (botón redondo verde de presión, ver figura 3.2). La unidad sensora será reconocida automáticamente y se le asigna el número de identificación 01, que es exhibido en el tablero del enlace inalámbrico Cobra 4. La comunicación entre el administrador inalámbrico y el enlace inalámbrico es indicada mediante el LED marcado "Data".



Figura 3.2. Enlace inalámbrico Cobra 4 acoplado a la unidad sensora temporizadora/contadora.

5. Use la balanza compacta para medir la masa  $m_2$  del carro, que incluye la varilla fijadora y las pesas de carga, el imán retenedor y la pieza con aguja y clavija (ver figura 3.3, donde se muestra el carro sin pesas).



Figura 3.3. Medida de la masa del carro sin pesas de carga.

6. Cargue el experimento "Newton" en el programa Measure (opción Experiment > Open experiment). Serán entonces realizados automáticamente todos los ajustes necesarios para la grabación de valores medidos.

#### Toma de Datos

7. Accione el dispositivo de arranque, para que el carro ruede por la pista. Para ello presione el émbolo metálico en el dispositivo de arranque de tal manera que el émbolo quede plano con la abertura cilíndrica hacia la cual será empujado. Este dispositivo permite lanzar el carro sin impacto inicial.
8. Inicie la grabación de datos en el software Measure (botón de círculo rojo, zona superior izquierda de la ventana).
9. Detenga la grabación de datos antes de que la masa  $m_1$  llegue al piso (botón de cuadrado negro que reemplazó al de círculo rojo). Transfiera los datos recolectados a Measure.
10. La medida puede repetirse para chequear su reproducibilidad y para reducir la desviación del resultado final con respecto al valor de las fuentes de referencia. Para ello usted utiliza el promedio de los valores obtenidos en los diferentes ensayos.
11. Examine la gráfica de velocidad versus tiempo. Si contiene una porción rectilínea larga, eso corresponde al movimiento con aceleración constante. Con el botón Tabla de la barra de herramientas puede desplegar la tabla de valores correspondiente. Además se puede exportar la tabla a archivo de Excel.

#### **Sistema de Evaluación:**

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

#### **Informe o productos a entregar:**

1. La tabla de valores de  $V$  vs.  $t$  debe ser reproducida en el informe (Ver tabla 3.1). La sección de datos debe también incluir los valores de  $m_1$  (masa colgante) y  $m_2$  (masa del total del carro, incluyendo las masas de carga).
2. Aplique la segunda Ley de Newton a cada una de las dos masas, y resuelva el sistema de ecuaciones para determinar la magnitud de la aceleración del sistema en función de los parámetros de construcción del mismo ( $m_1$ ,  $m_2$  y  $g$ ).
3. Grafique velocidad versus tiempo (debe reproducir a partir de los datos la gráfica que visualizó en el software Measure, bien sea en papel milimetrado o mediante algún software graficador). ¿Qué tipo de movimiento se evidencia?

Masas (kg)			m1(kg)=			m2(kg)=		
No	Tiempo (s)	Velocidad(m/s)	No	Tiempo (s)	Velocidad(m/s)	No	Tiempo (s)	Velocidad(m/s)
1			5			9		
2			6			10		
3			7			11		
4			8			12		

Tabla 3.1. Ejemplo de tabla de valores de tiempo y velocidad, medidos por el programa Measure.

NOTA: La tabla 3.1, es una muestra de la tabla real que el software Measure arroja; en la tabla 3.1 aparecen los espacios de solamente 12 datos, pero el programa arroja entre 50 y 100 datos.

4. Determine el valor numérico de la aceleración obtenida experimentalmente, con base a la gráfica obtenida.
5. Calcule el valor numérico de la aceleración esperada teóricamente (Según la ecuación obtenida en el numeral 2 del informe o productos a entregar).
6. Compare los valores obtenidos y esperados de la aceleración y halle el error porcentual de la experimental respecto a la teórica.
7. Examine qué fuentes de error hay en el montaje y el procedimiento que puedan justificar el margen de error.

#### PRÁCTICA No. 4 –Energía cinética y potencial.

Horas de la práctica:	2
Temáticas de la práctica:	UNIDAD 2: DINÁMICA Y ENERGÍA.

## TEMÁTICA: ENERGÍA CINÉTICA Y EL TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA CINÉTICA.

Intencionalidades formativas:

### Objetivo(s)

- Determinar la velocidad que alcanza el peso y el carro con la energía disponible.
- Determinar la relación entre la velocidad y la energía de movimiento; esta energía de movimiento también es llamada, energía cinética.

### Fundamentación Teórica:

En términos generales la energía puede definirse como la capacidad que tiene una partícula o sistema físico de realizar trabajo en virtud de una cantidad física, que puede ser su movimiento, su posición, sus cambios de temperatura, por nombrar algunos tipos. Para el caso de un sistema que se encuentra a una altura "h" descendiendo en caída libre, es decir, con una velocidad diferente de cero, se dice que la partícula posee energía cinética y potencial gravitatoria. Se puede deducir entonces, que la energía asociada a la velocidad de un objeto se conoce como cinética y que la energía asociada a la posición del objeto, se conoce como potencial gravitatoria. Las unidades que están involucradas varían entre un tipo de energía y otra, sin embargo, todas las posibles combinaciones, conducen a la unidad representativa para la energía en el sistema internacional, conocida con el nombre de Joule (J), en honor al físico inglés James Joule; esta unidad de medida se define como el producto entre las unidades de fuerza y distancia, es decir,  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

Las expresiones matemáticas de la energía cinética (K) y potencial gravitatoria ( $U_g$ ) son respectivamente:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4.1)$$

$$U_g = m * g * h \quad (4.2)$$

donde "m" representa la masa del objeto, "v" su velocidad, "h" su altura y "g" la aceleración gravitatoria.

En el presente laboratorio se realizará el estudio de estas dos energías por medio de un carro experimental con masa  $m_w$  que está en una pista de demostración, unido a una masa que cuelga y hala gravitacionalmente al carro, por medio de un hilo que pasa por una polea fija, donde el carro tiene una energía potencial gravitatoria  $U_g = m_g \cdot g \cdot h$ , aquí "h" es la altura sobre el suelo y "g" es la aceleración gravitatoria. El peso en el hilo " $m_g$ ", jala el carro y lo acelera. El peso alcanza el suelo, después de acelerar el carro, una distancia "s", la cual corresponde a la altura inicial de la masa

colgante ( $h$ ). Sin embargo, el peso y el carro tienen una masa combinada  $m=m_w+m_g$  y las dos, desarrollan una misma velocidad  $v_h$ . Después de esto, el carro continúa moviéndose sin aceleración. Examine la velocidad  $v_h$ , que el carro alcanza con la ayuda de la barrera fotoeléctrica y el contador "Timer"

La masa colgante en el hilo en el campo gravitacional pierde energía potencial a medida que cae y se mueve el carro. Esta energía potencial puede ser determinada basándose en la pérdida de altura del peso colgante. La energía se convierte en la energía de movimiento del carro y del peso o energía cinética.

### Descripción de la práctica:

Utilización del contador timer 2-1, junto con el dispositivo de riel con carro, del set de mecánica de la empresa PHYWE, para experimentar y determinar los valores de la energía cinética y potencial del sistema carro-masa colgante. Este experimento permite determinar el valor que alcanza la velocidad del carro y la masa colgante con la energía disponible.

De esta manera, la relación entre la velocidad y la energía de movimiento puede ser establecida. Esta energía de movimiento también es llamada Energía cinética  $K$ .



Figura 4.1. Montaje del experimento "Energía cinética y potencial"

### Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):

Los recursos utilizados en la práctico, son presentados en la figura 4.1. (1) carro experimental de medición, (2) placa de sombra para el carro de medición, (3) ping ajustador, (4) hilo de seda, (5) porta mesas de 1 g, (6) 4 masas ranuradas de 1 g, (7) 3 masas ranuradas de 10 g, (8) 4 masas ranuradas de 50 g, (9) polea móvil de 40 mm de diámetro con gancho, (10) barra para polea, (11) contador timer 2-1, incluido con fuente de poder, (12) compuerta fotoeléctrica compacta, (13) plataforma plana para la compuerta fotoeléctrica compacta, (14) (15) y (16) cables de conexión de 32



A y 100mm de longitud, rojo amarillo y azul respectivamente, (17) y (18) segmentos de pista metálica 1 y 2 de 500 mm cada una.



Figura 4.2. Recursos para el experimento "Energía cinética y Potencial"

**Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:**

Ninguno.

**Seguridad Industrial:**

No se requiere.

**Metodología:**

**Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.**

Energía cinética y energía potencial.

**Forma de trabajo:**

Manipulación de los instrumentos y dispositivos de laboratorios, toma de datos y elaboración del informe en grupos de mínimo tres y máximo cinco estudiantes.

**Procedimiento:**

1. Una los segmentos 1 y 2 que forman el riel metálico de tal manera que forme uno solo de 100 mm de longitud.
2. Inserte el pin sobre el carro.
3. Sobre el pin introduzca la placa de sombra y dos masas ranuradas de 50 g.



4. Ajuste la inclinación de la pista de tal manera que el carro continúe rodando con una velocidad lo más continua posible, una vez ha sido empujado hacia el extremo con la polea. Para ajustar la inclinación, gire el tornillo de ajuste que se encuentra en el extremo opuesto a la polea y las masas ranuradas y por debajo de éste, coloque masa de 50 g junto con otra de 10 g (Una sobre la otra y por debajo del tornillo de ajuste)
5. Ajuste la barra metálica a la compuerta fotoeléctrica con el tornillo y conecte la compuerta al contador timer 2-1.
6. Mueva el interruptor rotativo a la segunda posición de izquierda a derecha. Ahora el dispositivo mostrará el haz de tiempo en el display. Ese tiempo es el tiempo durante el cual el haz de luz en la compuerta es interrumpido por la placa metálica de 0.05m de ancho.
7. Ponga un extremo del hilo a través del agujero en el perno de retención en la parte inferior del carro, extraiga el hilo y lo ata en la parte superior del perno de retención; en la parte opuesta del hilo, ate un porta masa de 1 g y elija la longitud del hilo tal que cuando el peso alcance el piso, el carro alcance la cuarta parte final de la pista, aproximadamente.

h en m	$\Delta t$ *(s)	$V_h = \Delta s / \Delta t$ *(m/s)	$V_h^2$ *(m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	$U_g = m_g \cdot g \cdot h$	$M_{exp}$ *(kg)
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					

Tabla 4.1. Datos para el análisis de los valores de la energía cinética y potencial gravitacional.

**\*Nota:** los órdenes de magnitud para cada una de las ecuaciones están resaltadas en negrilla. Por ejemplo (m/s) corresponde a metros (m) sobre segundo (s).  $\Delta$ : delta, es decir, es el cambio del tiempo  $\Delta t$  en segundos (s) y  $\Delta x$  es la variación de la posición o desplazamiento.

8. Ubique una masa de 10 g en la porta masas de 1g, de tal manera que el peso colgante sea de 11g.
9. Fije la polea a la varilla y únala a la pista. Debe verificarse que el hilo se encuentre sobre los ejes del carro, paralelo a la superficie de la pista y sobre la polea.

10. Tome nota de la posición del carro, cuando la masa toca el suelo y ubique la compuerta de tal manera que su haz de luz sea interrumpido por la placa en el mismo instante en que la masa toca el suelo.
11. Empuje el carro hacia arriba del riel, una distancia  $s=10$  cm desde la marca del numeral 10 (Numeral anterior). Al hacer esto, la masa es levantada del suelo, la misma distancia  $s$  que el carro se mueve sobre el riel. Alcanzando una energía potencial,  $U_g=m_g \cdot g \cdot h$ . En ese punto, la distancia " $s$ " es igual a la altura " $h$ " del peso ( $m_g$ ) sobre el piso en un campo gravitacional con una aceleración gravitatoria  $g=9.81\text{m/s}^2$ .
12. Antes de cada medida, presione el botón "Reset" en el contador timer 2-1. Suelte el carro y sujételo después de que haya pasado por la compuerta. Registre en la tabla No 4.1, el tiempo de interrupción " $t$ " mostrado en el display. Este es el tiempo que necesita el carro para cubrir una distancia  $\Delta s=0.05$  m, es decir, la anchura de la placa.
13. Realice varias mediciones, en las que la distancia  $s$ , se modifique cada 0.10 m.

### Sistema de Evaluación:

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

### Informe o productos a entregar:

1. Calcule la velocidad instantánea  $V_h$ , después de que el peso ha caído a lo largo de una altura " $h$ ", es decir, el cociente entre el ancho de la placa  $\Delta s=0.05$  m y el tiempo  $\Delta t$ :  $V_h=\Delta s/\Delta t$ , mostrado en el display del timer 2-1; registre los valores en la tabla 4.1.
2. Calcule el cuadrado de la velocidad instantánea  $V_h$ , y escríbalo en la tabla 4.1.
3. Calcule la energía potencial  $U_g=m_g \cdot g \cdot h$ , y complete la tabla 4.1
4. Grafique  $U_g$  Vs  $V_h^2$ . ¿Qué tipo de relación se obtiene?
5. Determine el valor total de la masa aceleradora,  $m=m_w+m_g$  [ $m=\text{_____g}$  (masa del carro +Masa colgante)].
6. Determine la pendiente " $k$ " de la gráfica del numeral 4. ¿Qué tipo de unidades tiene la constante " $k$ "? Compare el resultado con la masa aceleradora total del numeral 5. ¿Qué relación encuentra o que nota en los resultados?
7. Suponga que  $K=1/2 \cdot m \cdot V_h^2$  se aplica a la energía cinética y que esta es igual a la energía potencial  $U_g=m_g \cdot g \cdot h$ . Luego, a partir del experimento, un valor  $m_{\text{exp}}$  puede ser calculado para las masas de la cuarta y quinta columna de la tabla No 4.1; a partir del supuesto " $1/2 \cdot m_{\text{exp}} \cdot V_h^2=E_{\text{pot}}$ ". Compare los valores obtenidos, con los valores de la masa del numeral 5 y presente una conclusión sobre los resultados obtenidos.
8. La pista fue inclinada con el fin de compensar la fricción del coche. La energía potencial del carro, por lo tanto, ha sido aprovechada para superar la fuerza de rozamiento. Considere que sucede si la fuerza de fricción es dependiente de su velocidad. ¿Qué otras fuentes de error en la toma de datos, son significativas?

## PRÁCTICA No. 5 –Péndulo balístico.

Horas de la práctica:	2
Temáticas de la práctica:	<b>UNIDAD 3: TEOREMAS DE CONSERVACIÓN.</b> <b>TEMÁTICA: TEOREMA DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA Y SUS APLICACIONES.</b>
Intencionalidades formativas:	<b>Objetivo(s)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar el principio de conservación de cantidad de movimiento.</li> <li>• Verificar que la energía mecánica en un choque inelástico, no se conserva.</li> <li>• Determinar la velocidad de disparo de un proyectil utilizando un método aproximado.</li> </ul>

### Fundamentación Teórica:

Un método clásico de determinación de la velocidad de un proyectil es disparar el proyectil sobre una masa en reposo la cual es grande en comparación con la masa del proyectil. Dicho proyectil se encuentra colgado como un péndulo. En el proceso, el proyectil permanece en la masa del péndulo y oscila con ella. Esta es una colisión inelástica en el que el impulso se mantiene sin cambios. Si se conocen los datos mecánicos del péndulo, uno puede inferir la velocidad de la masa del péndulo (incluyendo la masa del proyectil) en el punto más bajo de oscilación del péndulo a partir de la amplitud de oscilación del mismo. El impulso de las dos masas en esta fase de la oscilación debe ser por lo tanto igual al impulso del proyectil antes de que golpee el péndulo. Si se conocen las masas de péndulo y el proyectil, se puede calcular la velocidad del proyectil.<sup>4</sup>

### Descripción de la práctica:

<sup>4</sup> Physics University Experiments (PHYWE)

Uso del dispositivo de péndulo balístico para comprobar por medio de la experimentación, el teorema de la conservación de la energía mecánica.



Figura 5.1. Dispositivo de péndulo balístico (PHYWE)

**Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):**

Unidad balística PHYWE (Ver figura 5.1), accesorio para la unidad balística, dispositivo de medición de la velocidad, cuerda, balanza, tornillo micrométrico y esferas.

**Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:**

Ninguno.

**Seguridad Industrial:**

No se requiere.

**Metodología:**

**Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.**

Energía cinética, energía potencial y energía mecánica.

**Forma de trabajo:**

Manipulación de los instrumentos y dispositivos de laboratorios, toma de datos y elaboración del informe en grupos de mínimo tres y máximo cinco estudiantes.

### Procedimiento:

1. Coloque el Lanzador de Proyectiles al montaje del Péndulo balístico al nivel del captador de la bola. Asegúrese de que el péndulo cuelgue verticalmente con respecto al lanzador.
2. Sujete la base del péndulo a la mesa.
3. Ubique el péndulo a  $90^\circ$  con respecto a la horizontal de la parte superior del dispositivo, luego cargue el lanzador de proyectiles con el balín. Permita al péndulo colgar libremente, y mueva el indicador del ángulo para ponerlo en cero grados.

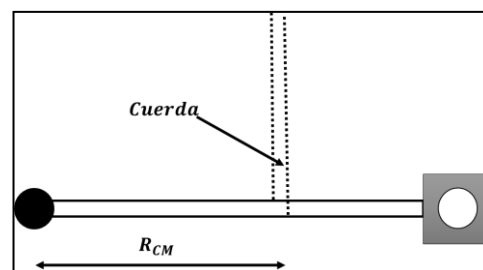


Figura 5.2. Montaje para determinar el centro de masa.

4. Quite el péndulo de la base destornillando y quitando el eje del pivote. Encuentre la masa del péndulo y bola juntos. Realice este procedimiento con la bola de madera y regístrelo en la tabla 5.1, como  $M_m$ . Igualmente encuentre la masa de la bola de acero y regístrela en la tabla 5.1 como  $M_a$ .
5. Halle la masa de la bola de madera y regístrela en la tabla 5.1 como  $m_m$  y de la bola de acero y regístrela en la tabla 5.1 como  $m_a$ .
6. Encuentre el centro de masa del péndulo con la bola dentro. Para ello utilice una cuerda; cuelgue el péndulo de la cuerda hasta que se equilibre horizontalmente. Marque este punto sobre el péndulo. Este es el centro de masa. (Ver figura 5.2).
7. Mida la distancia del punto encontrado en el numeral 6 al pivote, y anótelos como  $R_{CMa}$  para la bola de acero y como  $R_{CMm}$  para la bola de madera (Ver figura 5.3).

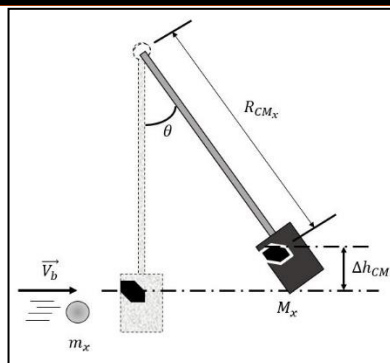


Figura 5.3. Brazo del Péndulo balístico

8. Re ensamble el péndulo, y asegúrese que quede bien ensamblado (Solicite ayuda al tutor de la práctica). Asegúrese de que el indicador del ángulo, esté a la derecha del péndulo.
9. Cargue y dispare el lanzador. Tome y registre el ángulo alcanzado.
10. Cargue de nuevo el lanzador, luego coloque el indicador del ángulo para orientar 2 o 3º menos del alcanzado en el paso anterior (9), esto eliminará la fricción causada por el indicador en el arrastre del péndulo. Así, el péndulo moverá sólo el indicador para los últimos grados. Luego, dispare el lanzador, y anote el ángulo alcanzado por el péndulo en la tabla 5.1 al igual que la velocidad de salida de la esfera en cada uno de los lanzamientos registrada por el medidor digital del dispositivo "Péndulo balístico (Figura 5.1)"
11. Repita el procedimiento anterior (Numeral 10) tres veces para la bola de acero ( $m_a$ ) y otras tres veces para la bola de madera ( $m_m$ ) y registre los datos en la tabla 5.1.

### Sistema de Evaluación:

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

### Informe o productos a entregar:

1. Elabore una tabla de errores para los ángulos medidos con la esfera de acero y otra tabla de errores, para los datos de los ángulos medidos con la esfera de madera (Ver anexo 1, al final de la presente guía de laboratorios).
2. Calcule la velocidad aproximada de la bola usando la ecuación (5.1). Tanto para la bola de acero como para la bola de madera (Figura 5.3):

$$V_{b_x} = \frac{M_x}{m_x} \sqrt{2gR_{CM_x}(1 - \cos \bar{\theta})} \quad (5.1) \quad \text{donde "x" puede ser "a" para el acero o "m" para la madera.}$$

NOTA: el proceso desarrollado en el numeral 2, será etiquetado como método aproximado para calcular el valor de la velocidad.

$R_{CMa} = \text{---} m$		$R_{CMm} = \text{---} m$		$M_a = \text{---} kg$	$M_m = \text{---} kg$	$m_a = \text{---} kg$	$m_m = \text{---} kg$
CHOQUE INELÁSTICO	ESFERA ACERO	ÁNGULOS		Velocidad (Sensor)	$\bar{\theta}$	$\bar{V}$ (Sensor)	$V_b(\text{Fórmula})$
		$\theta_1$					
		$\theta_2$					
		$\theta_3$					
		Error porcentual de la velocidad:			$E\% =$		
	ESFERA MADERA	ÁNGULOS		Velocidad (Sensor)	$\bar{\theta}$	$\bar{V}$ (Sensor)	$V_b(\text{Fórmula})$
		$\theta_1$					
		$\theta_2$					
		$\theta_3$					
		Error porcentual de la velocidad:			$E\% =$		

Tabla No 5.1. Datos de la práctica de péndulo balístico.

- (OPCIONAL) Utilice el teorema de la conservación de la cantidad de movimiento, el teorema de la conservación de la energía mecánica y la figura 5.3, para demostrar que la velocidad de la bola en un péndulo balístico, está dada por la ecuación (5.1); dicho de otra manera, demuestre la ecuación (5.1).
- Calcule el error porcentual de la velocidad obtenida por el método aproximado (Numeral 2), tomando como valor real o promedio, el dato del medidor digital de la velocidad promedio ( $\bar{V}$ ) y determine el grado de confiabilidad en la medición de la velocidad.
- Responda las siguientes preguntas:
  - ¿Qué fuentes de error están presentes en este experimento y qué tanto afectan a sus resultados estos errores?
  - ¿Se simplificarían los cálculos si se conservara la energía cinética en la colisión entre la pelota y péndulo?
  - ¿Qué porcentaje de energía cinética se ha perdido en la colisión entre la pelota y el péndulo?
  - ¿Hay más energía o menos energía transferida al péndulo cuando el péndulo es girado de tal manera que la bola golpee la parte de atrás de éste?



## PRÁCTICA No. 6 –Presión hidrostática en el agua.

Horas de la práctica:	2
Temáticas de la práctica:	<b>UNIDAD 3: TEOREMAS DE CONSERVACIÓN.</b> <b>TEMÁTICA: CONSERVACIÓN EN LA CANTIDAD DE FLUJO.</b>
Intencionalidades formativas:	<b>Objetivo(s)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar si la presión en el agua, depende de la dirección de aplicación.</li> <li>• Determinar la presión hidrostática en el agua como una función que depende de la altura del fluido.</li> </ul>

### Fundamentación Teórica:

Como bien saben los buzos, la presión del agua aumenta con la profundidad. Del mismo modo, la presión atmosférica disminuye con la altura creciente; por esta razón, las aeronaves que vuelan a grandes alturas deben tener cabinas presurizadas para comodidad de los pasajeros [1], entonces, ¿Qué factores aparte de la profundidad en un fluido, pueden hacer variar el valor de la presión en éste?

### Descripción de la práctica:

La presente práctica se desarrollará en dos momentos, el primero de ellos titulado como “**DEPENDENCIA DIRECCIONAL DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA**” y el segundo titulado “**DEPENDENCIA DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD DE IMERSIÓN**”, con el fin de determinar por medio de un montaje de laboratorio, el valor de la presión hidrostática en el agua y la dependencia de la dirección de aplicación.



Figura 6.1. Montaje laboratorio de Presión hidrostática.

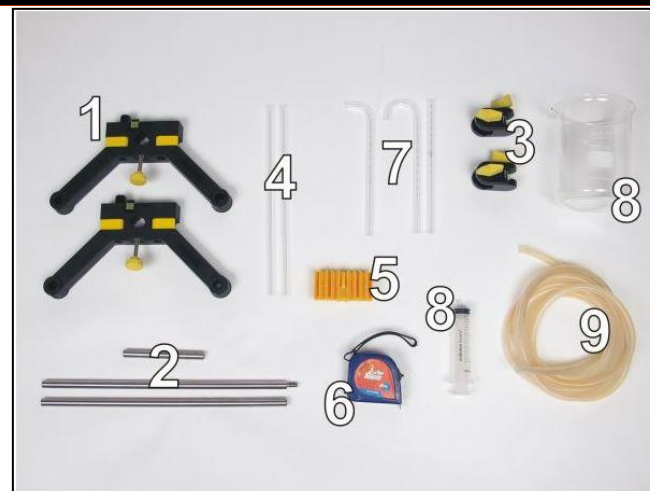


Figura 6.2. Materiales laboratorio de Presión hidrostática.

#### Recursos a utilizar en la práctica (Equipos / instrumentos):

La lista de los recursos que se van a utilizar en la práctica, pueden verse en la figura 6.2; (1) Base del soporte universal, (2) 2 Barras de acero inoxidable para el soporte universal, varilla de acero inoxidable de 10 cm (3) dos nueces dobles, (4) 2 tubos de vidrio (8 mm de diámetro y 250 mm de longitud), (5) soporte de tubos de vidrio con abrazadera de cinta métrica o similar, (6) Cinta métrica o flexómetro de 2 metros (7) sondas de presión hidrostática, (8) beaker de vidrio de 600 ml de capacidad, (8) jeringa de 20 ml, (9) tubo de silicona de 7 mm de diámetro interno, 250 ml de glicerina 99% y tijeras.

#### Software a utilizar en la práctica u otro tipo de requerimiento para el desarrollo de la práctica:

Ninguno.

#### Seguridad Industrial:

No se requiere.

#### Metodología:

## **Conocimiento previo para el desarrollo de la práctica.**

Presión hidrostática.

### **Forma de trabajo:**

Manipulación de los instrumentos y dispositivos de laboratorios, toma de datos y elaboración del informe en grupos de mínimo tres y máximo cinco estudiantes.

### **Procedimiento:**

1. Fije sobre la varilla del soporte universal una de las nueces dobles.
2. Fije sobre la varilla del soporte universal el soporte de tubos de vidrio.
3. Sujete la varilla corta (10 cm) a la nuez que se encuentra en el soporte universal; en el otro extremo de la varilla corta, fije la segunda nuez doble.
4. Sujete la cinta métrica al soporte de tubos.
5. Sujete los dos tubos de vidrio al soporte de tubos; estos son los tubos manométricos.
6. Conecte los extremos inferiores de los tubos de vidrio con aproximadamente 40 cm de tubo de silicona.
7. Una 60 cm de tubo de silicona al extremo superior del tubo de vidrio derecho.
8. Una la sonda de presión hidrostática al extremo del tubo de silicona y monte éste a la segunda nuez doble.
9. Use la jeringa como un embudo y llene el manómetro con agua hasta que los dos tubos de vidrio se encuentren medio llenos (Verifique que entre el fluido de los tubos no queden burbujas de aire).
10. Ubique el beaker bajo el tubo de presión hidrostática y llénelo con agua.
11. Finalmente se obtiene un montaje como el mostrado en la Figura 6.1.

A continuación, se describen dos procedimientos que buscan que el estudiante encuentre la relación que existe entre la presión hidrostática, la profundidad y la dirección de ésta.

### **DEPENDENCIA DIRECCIONAL DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA.**

- Para medir la presión en el fondo utilice la sonda de presión en forma de gancho.
  - Para medir la presión lateral utilice la sonda de presión en forma de ángulo recto.
  - Para medir la presión en la parte superior utilice la sonda de presión recta.
1. Para cada medición, sumerja la sonda (¡Posición de apertura!) 5 cm en el agua y forcé la salida del agua que ha entrado en la sonda moviendo los tubos manométricos.
  2. Asegúrese de que la interfaz aire-agua no sea curvo.
  3. Cuando se mida la presión lateral, el agua sólo puede extenderse a media altura en el lado derecho del manómetro.

4. Repita cada medición tres veces y registre el valor de " $\Delta l$ " determinado por la diferencia en los niveles de agua de los dos tubos manométricos, y que a su vez, es un indicador de la presión " $p$ ". Introduzca los valores en la Tabla 6.1.

### DEPENDENCIA DE LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD DE IMERSIÓN.

- Use la sonda de presión recta.
1. Hunda la sonda un centímetro a la vez desde 1 hasta 10 cm en el agua.
  2. En cada profundidad, forzar el agua que se ha filtrado en la sonda hacia fuera - elevando uno de los tubos manométricos - de tal manera que la interfase agua-aire en la parte abierta de la sonda sea lo más plana posible.
  3. Registre en la Tabla 6.2 la profundidad de inmersión " $h$ " de la sonda y la correspondiente diferencia en los niveles de agua " $\Delta l$ " en ambos lados del manómetro.

#### Sistema de Evaluación:

Asistencia a las sesiones del componente práctico y presentación del respectivo informe de laboratorio.

#### Informe o productos a entregar:

1. Realice la gráfica " $\Delta l$  Vs  $h$ " de con los valores de la tabla 6.2.
2. Explique porque la diferencia en la altura  $\Delta l$  de los niveles del agua en el manómetro es una medida de la presión hidrostática.
3. Calcular el promedio de  $\Delta l$  de los valores medidos de  $\Delta l$  en la Tabla 6.1.

Manómetro	$\Delta l$ (cm)			$\bar{\Delta l}$ (cm)
Presión en el fondo				
Presión superior				
Presión lateral				

Tabla 6.1 Dirección de la presión. (Profundidad de inmersión " $h=5.0$  cm")

4. Responda las siguientes preguntas:
  - A. ¿Los valores de la presión superior, lateral e inferior difieren para la misma profundidad de inmersión? ¿Cuál considera que son las razones de la anterior respuesta?
  - B. ¿Qué relación existe entre la profundidad de inmersión " $h$ " y la presión hidrostática? Determine esa relación por medio de un valor numérico o en su defecto por una expresión matemática.

¿Qué conclusión se obtiene acerca de la presión hidrostática, ahora que las medidas han sido realizadas?

h(cm)	$\Delta l$ (cm)	h(cm)	$\Delta l$ (cm)	h(cm)	$\Delta l$ (cm)	h(cm)	$\Delta l$ (cm)	h(cm)	$\Delta l$ (cm)
1.0		3.0		5.0		7.0		9.0	
2.0		4.0		6.0		8.0		10	

Tabla 6.2 Presión hidrostática.

## Referencias Bibliográficas.

- [1] Serway, Raymond A., and Jewett, John W.. Física para Ciencias e Ingeniería Vol I. Séptima edición. México, Distrito Federal, México: Cengage Learning Editores S.A. de C.V., 2008.
- [2] Hewitt, Paul G.. Física Conceptual. Décima edición. México, Distrito Federal, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2007.
- [3] Serway, Raymond A. Física Tomo I. Cuarta edición. México, Distrito Federal, México: Mc Graw Hill Interamericana de editores S.A. de C.V., 1997.