

# Guía de Laboratorio

## **Física 2**

Jeison Isaías Manchego Palomino

Guía de Trabajo

*Física 2*

Material publicado con fines de estudio.

Código: 24UC00466

Huancayo, 2024

De esta edición

© Universidad Continental, Oficina de Gestión Curricular Av. San Carlos 1795,

Huancayo-Perú

Teléfono: (51 64) 481-430 anexo 7361

Correo electrónico: [recursosucvirtual@continental.edu.pe](mailto:recursosucvirtual@continental.edu.pe)

<http://www.continental.edu.pe/>

Cuidado de edición Fondo Editorial

Diseño y diagramación Fondo Editorial

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

# Contenido

<b>Presentación</b>	<b>04</b>
<b>Primera Unidad</b>	
Elasticidad, Movimiento Periódico y Ondas Mecánicas	05
<b>Semana 1:</b> Sesión 2	
Comparación de la Precisión en Mediciones	06
<b>Semana 2:</b> Sesión 2	
Módulo de Young	11
<b>Semana 3:</b> Sesión 2	
Movimiento Armónico Simple	16
<b>Semana 4:</b> Sesión 2	
Densidad de sólidos	22
<b>Segunda Unidad</b>	
Principios de la Mecánica de Fluidos	25
<b>Semana 5:</b> Sesión 2	
Principio de Arquímedes (Fuerza de Empuje)	26
<b>Tercera Unidad</b>	
Temperatura y calorimetría	31
<b>Semana 9:</b> Sesión 2	
Variación Térmica en Líquidos	32
<b>Semana 10:</b> Sesión 2	
Cantidad de Calor	36
<b>Cuarta Unidad</b>	
Principios de la Termodinámica	49
<b>Semana 13:</b> Sesión 2	
Trabajo Efectuado en un Proceso Termodinámico	50
<b>Referencias</b>	<b>54</b>

# Presentación

La presente guía de laboratorio es un recurso clave para los estudiantes, ya que les permite realizar prácticas que complementan los conocimientos teóricos adquiridos en clase. Mediante la experimentación directa, los estudiantes fortalecen su comprensión de los principios de la física, mejoran su capacidad de análisis y desarrollan habilidades prácticas que son fundamentales en su formación como futuros ingenieros. Cada actividad está diseñada para relacionar los conceptos con situaciones del mundo real, haciendo de la experiencia en el laboratorio un componente esencial en el aprendizaje de la asignatura.

La guía abarca una serie de experimentos alineados con los temas centrales del curso de Física 2, tales como la elasticidad, mecánica de fluidos, calorimetría y termodinámica. Estas actividades permiten a los estudiantes explorar fenómenos como el comportamiento de materiales bajo estrés, la propagación de ondas, la flotación, el equilibrio térmico y el funcionamiento de máquinas térmicas. Cada sección incluye una introducción teórica, procedimientos detallados y preguntas de análisis que guían al estudiante en la comprensión profunda de los conceptos físicos a través de la práctica.

Al finalizar la asignatura, los estudiantes estarán en capacidad de aplicar los principios de la física para resolver problemas mediante experimentos en las áreas de mecánica y termodinámica. Las unidades del curso abordan temas como la elasticidad y ondas mecánicas, la mecánica de fluidos, la transferencia de calor y los principios fundamentales de la termodinámica. A través de estas unidades, los estudiantes desarrollarán las competencias necesarias para enfrentar desafíos en campos de ingeniería relacionados con estos fenómenos físicos.

Para aprovechar al máximo las sesiones de laboratorio, es fundamental que los estudiantes revisen previamente los conceptos teóricos relacionados con cada práctica. Se recomienda seguir con precisión los procedimientos indicados en la guía y anotar cuidadosamente los datos obtenidos. Además, es importante fomentar el trabajo colaborativo y la discusión de resultados en equipo, lo que ayudará a enriquecer la experiencia de aprendizaje. Finalmente, se sugiere mantener una actitud crítica frente a los resultados experimentales, buscando siempre comprender las posibles fuentes de error y las formas de mejorar las mediciones.

Jeison I. Manchego Palomino

# Primera **Unidad**

**Elasticidad, Movimiento Periódico y  
Ondas Mecánicas**

## Semana 1: Sesión 2

# Comparación de la Precisión en Mediciones

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:  
..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

### **Instrucciones**

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### **I. Propósito**

- El estudiante Conoce las partes de un informe de laboratorio y aprenderán a redactarla de forma adecuada, considerando los reglamentos internos de la Universidad Continental
- El estudiante aprender a usar la regla y el vernier para medir longitudes y diámetros con precisión, entendiendo la diferencia en su exactitud y el impacto de los errores en las mediciones.

### **II. Fundamentos teóricos**

#### **Formato Para La Escritura De Informes De Laboratorio.**

En el ámbito de la Física, la ejecución de trabajos experimentales y la subsiguiente comunicación de los resultados a través de un informe científico son aspectos de igual relevancia. La habilidad para comunicar los resultados experimentales se considera esencial en el estudio de la Física, permitiendo a quienes se encuentran en proceso de formación adquirir destrezas propias del quehacer científico, aunque no ostenten aún la condición de científicos.

El informe, como documento escrito, cumple la función de comunicar de manera clara y precisa los procedimientos seguidos, así como los resultados o conclusiones alcanzados durante el desarrollo del trabajo experimental. De esta manera, el informe debe abordar de manera explícita el propósito del trabajo, los métodos empleados y los resultados obtenidos.

En cuanto a la expresión gramatical del informe, se enfatiza la necesidad de redactarlo en tercera persona y en tiempo pasado, especialmente al describir los procedimientos. Ejemplos de esta formalidad gramatical incluyen frases como "se construyó el dispositivo indicado en el esquema", "se introdujo el cuerpo en la probeta y se leyó en la escala el volumen indicado", "se midieron los valores de

corriente eléctrica y diferencia de potencial" y "las mediciones arrojaron los siguientes valores que se presentan en el cuadro".

A continuación, les proporcionaré una explicación más detallada de cada sección en la redacción de un informe de laboratorio en Física. Cada componente tiene un papel crucial para asegurar que su informe sea completo y comunicativo:

1. **Título:** Este es el primer contacto que tendrán sus lectores con su investigación. El título debe ser breve y descriptivo, resumiendo el propósito principal del experimento. A través del título, los lectores deben obtener una visión general de la esencia de su investigación.
2. **Propósito:** En esta sección, se establece claramente por qué se está realizando el experimento. ¿Cuál es el objetivo? ¿Qué intentan lograr con esta investigación? La declaración de propósito proporciona una dirección clara y justificación para el trabajo experimental.
3. **Fundamentos teóricos:** Aquí es donde se presenta el respaldo teórico que sustenta el experimento. Explicar los principios científicos relevantes o las teorías que se aplican en el contexto del laboratorio ayuda a los lectores a comprender la base conceptual de la investigación.
4. **Equipos / Materiales:** Detallen todos los equipos y materiales utilizados en el experimento. La descripción debe ser lo suficientemente detallada para que cualquier lector interesado pueda replicar el experimento con facilidad.
5. **Indicaciones y procedimientos:** En esta sección, proporcionen instrucciones claras y detalladas sobre cómo llevar a cabo el experimento. Asegúrense de que las indicaciones sean lo suficientemente explícitas para que cualquier persona pueda seguir los pasos y obtener resultados comparables.
6. **Resultados:** Presenten los datos recopilados durante el experimento. Utilicen gráficos, tablas u otros recursos visuales para ilustrar los resultados de manera efectiva. Esta sección es clave para respaldar sus conclusiones.
7. **Conclusiones:** Aquí es donde resumen y analizan los hallazgos más significativos del experimento. Relacionen los resultados con los objetivos establecidos y ofrezcan interpretaciones sobre cualquier tendencia o patrón observado.

durante el trabajo experimental.

8. **Sugerencias / Recomendaciones:** Concluyan su informe proporcionando ideas sobre cómo mejorar el experimento o sugerencias para **investigaciones** futuras. Esta sección fomenta la reflexión crítica y promueve la continua expansión del conocimiento.

Al seguir estos elementos, lograrán una redacción completa y efectiva que destacará la relevancia y el impacto de su trabajo en el laboratorio de Física.

Es crucial que realices un análisis exhaustivo de tus datos para asegurarte de su precisión. En caso de identificar posibles errores, sería necesario volver a realizar la toma de datos. Una recopilación precisa y detallada de datos sienta las bases para un análisis efectivo, permitiéndonos procesar los resultados de manera más precisa y, posteriormente, elaborar conclusiones y recomendaciones fundamentadas. A continuación, presentamos un ejemplo,

### III. Equipos / Materiales

Tabla 1

#### Equipos de medición

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Regla	Longitud máxima de 30 cm, precisión de 1 mm	1
2	Vernier	Precisión de 0.02 mm	1

Tabla 2

#### Materiales a medir

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Cilindro metálico	Longitud y diámetro conocidos	1
2	Barra de madera	Longitud aproximada de 15 cm	1
3	Esfera plástica	Diámetro aproximado de 5 cm	1

### IV. Indicaciones y procedimientos

#### 1. Medición con regla:

- Utilizar la regla para medir la longitud y el diámetro de los objetos proporcionados.

- Anotar los resultados en una tabla con la unidad de medida correspondiente (centímetros o milímetros).
- Estimar la incertidumbre de la medición ( $\pm 0.1$  cm para la regla).

**2. Medición con vernier:**

- Realizar las mismas mediciones utilizando el vernier.
- Asegurarse de leer tanto la escala principal como la escala del nonio.
- Anotar los resultados en una tabla, especificando la incertidumbre de  $\pm 0.02$  mm.

**3. Comparación:**

- Comparar los resultados obtenidos con la regla y el vernier.

**V. Resultados**

**Tabla 3**

**Medición con regla**

Ítem	Material	Longitud medida (cm)	Diámetro medido (cm)	Incertidumbre ( $\pm$ cm)
1	Cilindro metálico			0.1
2	Barra de madera			0.1
3	Esfera plástica			0.1

**Tabla 4**

**Medición con vernier**

Ítem	Material	Longitud medida (mm)	Diámetro medido (mm)	Incertidumbre ( $\pm$ mm)
1	Cilindro metálico			
2	Barra de madera			
3	Esfera plástica	N/A		

**VI. Conclusiones**

.....

.....  
.....  
.....  
.....

**VII. Sugerencias / recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Semana 2: Sesión 2

### Módulo de Young

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:

..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

#### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

#### I. Propósito

- El estudiante determina el módulo de Young de una barra metálica midiendo su deformación bajo la aplicación de una fuerza y analizar la relación entre la carga aplicada y la deflexión resultante.

#### II. Fundamentos teóricos

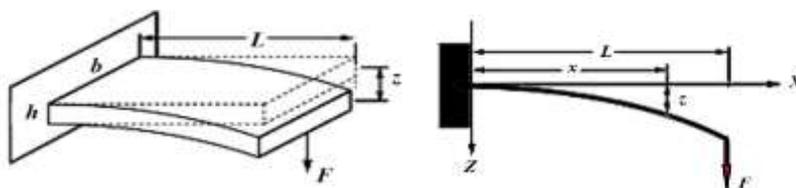
El módulo de Young puede definirse como la razón de esfuerzo normal o de tracción (o compresión) y el alargamiento (o deformación) unitario.

$$\frac{dF}{dA} = Y \frac{h}{r} \quad (1)$$

Donde:

R es el radio de curvatura y h es la distancia del eje neutro a un área diferencial de sección transversal dA .

Luego el momento diferencial de flexión  $dI$  está dado por  $dI = h dF$  e integrando se obtiene la ecuación 2. Tomando los extremos de una barra recta y si se dobla uno de los extremos según la curva mostrada en la figura 1.



(b)

Figura 1: (a) Fuerza F aplicada en el extremo de la barra, (b) vista de perfil de barra

deformada

Esto significa que en la parte interna del material se ha comprimido y la parte externa del material se ha estirado. El torque aplicado sobre una sección de la barra esta dado por:

$$\Gamma = Y \frac{l}{r} \quad (2)$$

Donde:

**Y** es el módulo de Young del material de la barra.

**I** es el momento de área de la sección transversal de la barra (Que pasa por un eje neutro)

$$I = \int h^2 dA \quad (3)$$

Donde:

h es la distancia del eje neutro al elemento de área **dA**.

Para una barra metálica mostrada en la figura 2, la deflexión z(x) está dado por:

$$z(x) = \frac{\lambda g l^4}{Y I} \left( \frac{x^4}{24 l^4} - \left( 1 + \frac{m}{\lambda l} \right) \frac{x^3}{6 l^3} + \left( \frac{1}{2} + \frac{m l}{\lambda l} \right) \frac{x^2}{2 l^2} \right) \quad (4)$$

Donde:

x: Representa la posición a partir de la pared.

$\lambda$ : Es la densidad lineal de masa de la barra.

Y : Representa el módulo de Young.

I : Es el momento de área de la sección transversal.

m : Es la masa del cuerpo suspendida a un extremo de la barra

En la ecuación (4) consideraremos  $x = L$ , entonces la expresión se reduce a:

$$z = A + B m \quad (5)$$

Donde A y B son constantes que dependen de las propiedades de la barra metálica

### III. Equipos / Materiales Tabla 1

#### 3.1 Equipos

Tabla 1:

#### Lista de equipo a utilizar

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
------	--------	----------------	----------

1	Balanza	Digital con escala de 500 g	1
2	Flexómetro	Escala en cm	1
3	Calibre o pie de rey	Precisión de 0.05 mm	1

### 3.2 Materiales

**Tabla 2:**

**Lista de materiales a utilizar**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Barra metálica	Material de acero	1
2	Masas o pesas	Metálicas de 20 g	5
3	Porta masas	Metálica de 10 g	1

## IV. Indicaciones y procedimientos

1. Disponga el equipo como se muestra en la figura 2
2. Mida la masa  $M$  y longitud  $L$  de la barra metálica.  
 $M = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$                        $L = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$
3. Utilizando el calibre o pie de rey, mida las dimensiones de la sección recta de la barra  
 $h = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$   
 $b = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$
4. Utilizando el flexómetro o wincha, mida la longitud que la barra sobresale del borde de la mordaza  
 $l = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$
5. Registre los datos en la tabla 3.

## V. Resultados

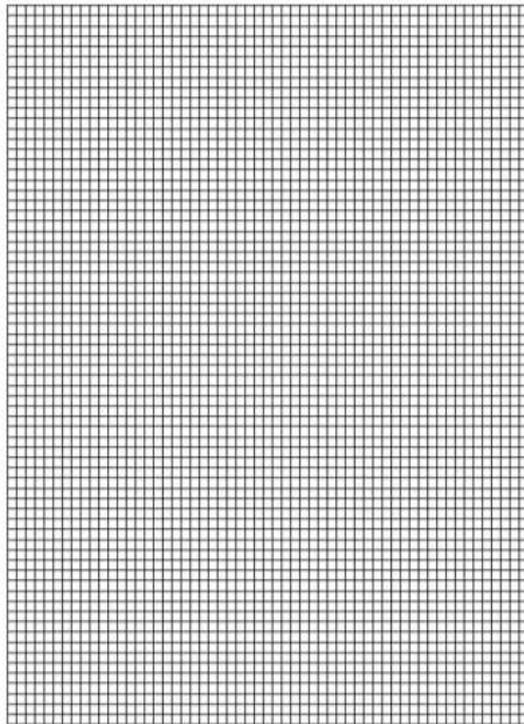
**Tabla 3**

**Lecturas de la barra metálica**

Lectura	Barra metálica	
	$m ( )$	$z ( )$
1		

2		
3		
4		
5		

- Grafique  $z$  en función de la masa suspendida  $m$ . ¿Qué relación muestra la gráfica?
- Si la relación de la gráfica es lineal, determine qué representan el intercepto y la pendiente.
- Utilizando el valor de la pendiente, determine el valor experimental del módulo de Young de la barra.
- Compare el valor experimental obtenido con el valor referencial del módulo de Young y realice una comparación porcentual relativa.



## VI. Conclusiones

Considerando el propósito de la práctica realizada y considerando los resultados obtenidos, redacte las conclusiones

.....

.....

.....

.....

.....

## VII. Sugerencias / recomendaciones

.....

.....

.....

.....

.....

## Semana 3: Sesión 2

# Movimiento Armónico Simple

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:  
..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### I. Propósito

- El estudiante estudia las características del movimiento armónico simple (MAS) utilizando el sensor de movimiento Pasco y el software Pasco para medir y analizar la oscilación de un resorte con una masa colgante.

### II. Fundamentos teóricos

El **Movimiento Armónico Simple (MAS)** es un tipo de movimiento periódico en el que la fuerza restauradora es directamente proporcional al desplazamiento de un objeto respecto a su posición de equilibrio y actúa en la dirección opuesta. El MAS se describe mediante la ecuación 1.

$$F = -kx \quad (1)$$

Donde:

F es la fuerza restauradora.

k es la constante elástica del resorte.

x es el desplazamiento respecto a la posición de equilibrio.

Esta fuerza es negativa, lo que indica que la dirección de la fuerza es opuesta al desplazamiento. Es decir, cuando la masa se estira hacia abajo, la fuerza del resorte actúa hacia arriba, tratando de devolver la masa a su posición de equilibrio.

El sistema masa-resorte es un buen ejemplo de un oscilador armónico simple. La ecuación 2 que describe este tipo de movimiento es:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx \quad (2)$$

Al resolver esta ecuación diferencial, se obtiene una ecuación 3 que describe la posición de la masa en cualquier instante de tiempo:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi) \quad (3)$$

Donde:

A es la amplitud de oscilación (el máximo desplazamiento desde la posición de equilibrio).

$\omega$  es la frecuencia angular, que se define como:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

- t es el tiempo.
- $\phi$  es la fase inicial, que depende de las condiciones iniciales del movimiento.

La frecuencia angular  $\omega$  está relacionada con el período de oscilación T y la frecuencia f del sistema mediante las siguientes ecuaciones:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad f = \frac{1}{T} \quad (5)$$

- T es el período del movimiento, el tiempo que tarda la masa en realizar una oscilación completa.
- f es la frecuencia, que indica cuántas oscilaciones realiza la masa por unidad de tiempo.

Además de la posición, la velocidad y la aceleración de la masa también varían sinusoidalmente con el tiempo.

La velocidad v(t) es la derivada de la posición respecto al tiempo:

$$v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \phi) \quad (6)$$

Esto significa que la velocidad es máxima cuando la masa pasa por la posición de equilibrio y es cero en los puntos de máxima amplitud.

La **aceleración** a(t) es la derivada de la velocidad, o la segunda derivada de la posición:

$$a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi) \quad (7)$$

La aceleración es máxima cuando la masa alcanza los extremos de su recorrido y es cero en la posición de equilibrio. Esto refleja el hecho de que la fuerza

restauradora es mayor cuando el desplazamiento es mayor, y que la aceleración siempre apunta hacia la posición de equilibrio.

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Materiales

Tabla 1

Equipos de medición

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Sensor de movimiento Pasco	Capaz de medir posición, velocidad	1
2	Software Pasco Scientific	Análisis de datos	1
3	Resorte	Constante elástica $k$	1
4	Soporte y masa	Masa ajustable	1

#### 3.2 Equipos

Tabla 2

Materiales que utilizar

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Juego de masa	Diferentes masas	1



Figura: esquema del montaje

### IV. Indicaciones y procedimientos

#### 1. Configuración del equipo

- Ensamble el sistema masa-resorte en el soporte.
- Conecte el sensor de movimiento Pasco al sistema y al software en la computadora utilizando el cable USB.

- Asegúrese de que el sensor esté correctamente calibrado para registrar la posición de la masa en función del tiempo.

**2. Realización del experimento**

- Cuelgue la masa de 100 g en el resorte y tire suavemente hacia abajo, dejando que oscile libremente.
- Inicie el cronómetro y comience a registrar los datos en el software Pasco.
- Observe los gráficos de posición, velocidad y aceleración en tiempo real mientras la masa oscila.
- Registre el período de oscilación midiendo el tiempo de varias oscilaciones completas.

**3. Análisis de los datos**

- Utilizando el software Pasco, analice los gráficos de posición vs. tiempo, velocidad vs. tiempo, y aceleración vs. tiempo.
- Identifique la frecuencia angular  $\omega$ , el período T, y la frecuencia f del movimiento.
- Compare los valores experimentales con los teóricos, calculando el error porcentual.

**V. Resultados**

Registre los datos obtenidos en las tablas de resultados.

Lectura	Masa (kg)	Período experimental $T_{exp}(s)$	Período teórico $T_{teó}(s)$	Frecuencia angular $\omega$ (rad/s)	Error porcentual (%)
1					
2					
3					

**VI. Conclusiones**

.....

.....

.....

.....

.....

## VII. Sugerencias / recomendaciones

.....

.....

.....

.....

.....

## Semana 4: Sesión 2

### Densidad de sólidos

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:  
..... Unidad: 1  
Nombres y apellidos: .....

#### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

#### I. Propósito

- El estudiante determina la densidad de bloques sólidos metálicos utilizando el método de rebose.

#### II. Fundamentos teóricos

La materia en su estado natural posee diferentes características relacionadas con sus propiedades intrínsecas, la densidad es una de las propiedades que nos indica la proporción que existe entre la masa por unidad de volumen.



Figura 1: Metales utilizados para la fabricación de algunos repuestos

La densidad esta dado por:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Donde:

m: es la masa de la sustancia expresado en kg

V: es el volumen de la sustancia expresado en m<sup>3</sup>

Por lo tanto, la unidad de la densidad es  $\text{kg/m}^3$ .

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

Tabla 1

##### Equipos de medición

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Balanza	Escala de 500 g	1
2	Probeta graduada	Escala de 50 ml	1
3	Calibre o pie de rey	Precisión de 0.05 mm	1
4	Vaso de precipitado	Capacidad de 400 ml	1

#### 3.2 Materiales

Tabla 2

##### Materiales a utilizar

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Bloque de aluminio	Cilindro	3
2	Bloque de aluminio	Paralelepípedo	2
3	Hilo	delgado	1

### IV. Indicaciones y procedimientos

- Utilizando la balanza digital mida las masas de los cinco bloques de metal, registre sus datos en la tabla 3
- Utilizando el vaso precipitado de 400 ml verter agua hasta el 100% de su capacidad.
- Introduzca cada bloque en el vaso precipitado con agua y luego mida la masa del volumen de líquido desplazado, registre sus datos en la tabla 3.
- Utilizando la densidad del agua, determine el volumen de líquido desalojado y complete la tabla 4

Tabla 3

##### Medidas de masa

Lectura	$m_b(g)$	$m_L(g)$
1		
2		
3		
4		

5		
---	--	--

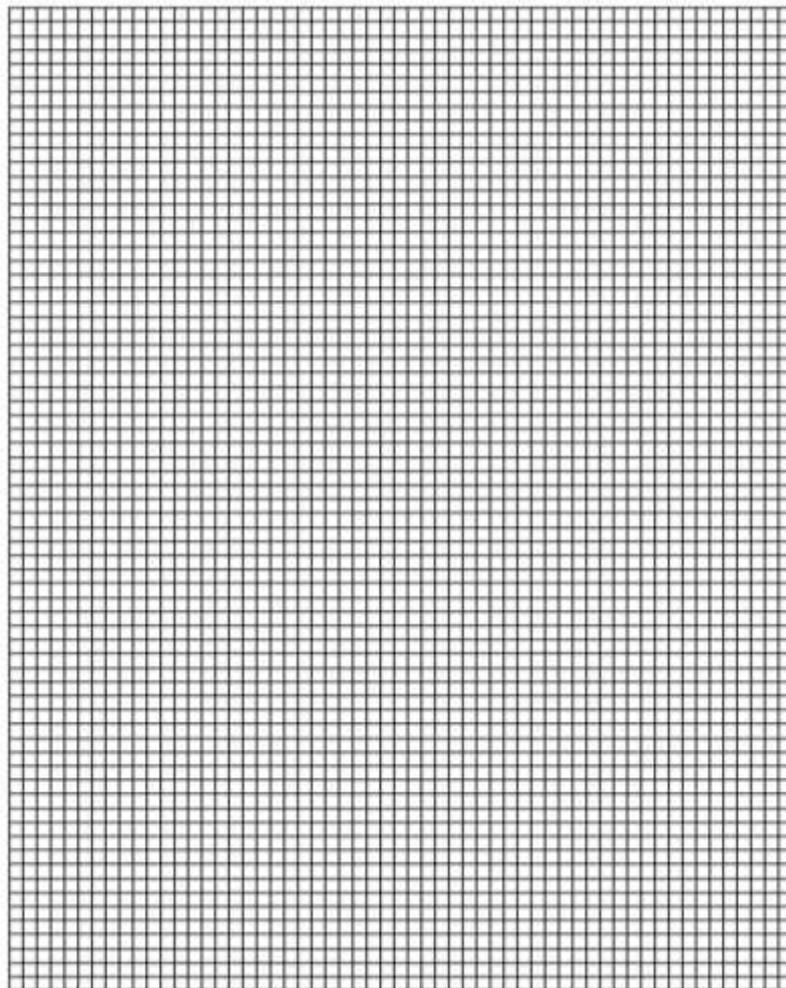
## V. Resultados

Tabla 4

Medida de masa y volumen

Lectura	$m_b(g)$	$V_b(cm^3)$
1		
2		
3		
4		
5		

Utilizando los datos de la tabla 4 grafique la masa del bloque en función del volumen del bloque correspondiente.



A partir de los datos graficados, determine la densidad del bloque de metal.

Considerando la densidad referencial del bloque metálico, realice comparación.

$$E_R(\%) = \frac{|V_{ref} - V_{exp}|}{V_{ref}} \times 100\%$$

## VI. Conclusiones

Considerando el propósito de la práctica realizada y considerando los resultados obtenidos, redacte las conclusiones

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## VII. Sugerencias / recomendaciones

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Segunda **Unidad**

**Principios de la Mecánica de  
Fluidos**

## Semana 5: Sesión 2

# Principio de Arquímedes (Fuerza de Empuje)

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### I. Propósito

El estudiante verifica el Principio de Arquímedes y analiza gráficamente la relación entre el volumen sumergido de un objeto y la fuerza de empuje que experimenta, comparando valores teóricos y experimentales.

### II. Fundamentos teóricos

El **Principio de Arquímedes** establece que "un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza hacia arriba, o empuje, que es igual al peso del fluido desplazado por el objeto".

La fuerza de empuje  $F_e$  se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$F_e = \rho_{\text{fluido}} * V_{\text{desplazado}} * g \quad (1)$$

Donde:

- $F_e$  es la fuerza de empuje.
- $\rho_{\text{fluido}}$  es la densidad del fluido (para el agua,  $\rho_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ).
- $V_{\text{desplazado}}$  es el volumen del fluido desplazado por el objeto (igual al volumen sumergido del objeto).
- $g$  es la aceleración debida a la gravedad ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ).

### Relación lineal entre empuje y volumen desplazado:

El principio de Arquímedes implica que el empuje  $F_e$  es directamente proporcional al volumen  $S_{\text{sumergido}}$ . Esto significa que a medida que se sumerge más parte del objeto en el fluido, la fuerza de empuje aumenta linealmente. Este fenómeno se puede analizar gráficamente, donde se espera que una gráfica de  $F_e$  contra  $S_{\text{sumergido}}$  sea una línea recta.

El empuje también puede calcularse experimentalmente usando la diferencia entre el peso del objeto en el aire  $W_{\text{aire}}$  y el peso aparente del objeto cuando está sumergido en el fluido  $W_{\text{agua}}$

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

**Tabla 1: Equipos de medición**

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Sensor de fuerza Pasco	Conectado al software Pasco Capstone	1
2	Vaso de precipitado	De capacidad 1 L	1
3		Agua	1
4	Agua	Fluido para el experimento	

### 3.2 Materiales

**Tabla 2**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Bloque de madera	Volumen conocido	1
2	Cilindro metálico	Volumen y densidad conocidos	1
3	Balanza digital	Para medir la masa de los cuerpos	1

### 3.2 Materiales

## IV. Indicaciones y procedimientos

- Conecte el sensor de fuerza Pasco al software Pasco Capstone en la computadora.
- Asegúrese de que el sensor esté correctamente calibrado para medir la fuerza en newtons (N).
- Suspenda el objeto en el aire como se muestra en la figura 1 utilizando el sensor de fuerza Pasco
- Registre el peso en el aire  $W_{\text{aire}}$



Figura 1: Montaje de la práctica

#### Medición del peso en agua (peso aparente) en varias etapas:

- Llena el vaso de precipitado con agua hasta un nivel adecuado.
- Sumerge el objeto parcialmente en el agua y registre la fuerza medida con el sensor de fuerza para varios niveles de inmersión (por ejemplo, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% de inmersión).
- Repita el proceso hasta sumergir completamente el objeto.
- Registre el peso aparente  $W_{\text{agua}}$  para cada nivel de inmersión.

#### Cálculo del empuje experimental:

- Calcule el empuje experimental para cada nivel de inmersión utilizando la diferencia entre el peso en el aire y el peso aparente:

$$F_e = W_{\text{aire}} - W_{\text{agua}}$$

#### Cálculo del empuje teórico:

- Utilizando el volumen sumergido del objeto y la densidad del agua ( $\rho_{\text{agua}}=1000 \text{ kg/m}^3$ ), calcule el empuje teórico para cada nivel de inmersión:

$$F_e = \rho_{\text{agua}} \cdot V_{\text{sumergido}} \cdot g$$

#### Gráfico de empuje vs. volumen sumergido:

- A partir de los diferentes niveles de inmersión, grafique la fuerza de empuje  $F_e$  en función del volumen sumergido del objeto  $V_{\text{sumergido}}$ .
- Analice la relación lineal entre el volumen sumergido y el empuje. ¿La gráfica muestra una línea recta?

**Cálculo del error porcentual:**

- Compare los valores experimentales y teóricos del empuje, y calcule el error porcentual:

$$\text{Error porcentual} = \left( \frac{|F_{e \text{ teórico}} - F_{e \text{ exp}}|}{F_{e \text{ teórico}}} \right) \times 100$$

**V. Resultados**

**Tabla 3: Datos obtenidos**

Ítem	Material	Volumen sumergido (m³)	Peso aparente $W_{\text{agua}}$ (N)	Empuje experimental Fe (N)
1	Bloque de madera			
2	Cilindro metálico			

Ítem	Material	Empuje teórico Fe (N)	Empuje experimental Fe (N)	Error porcentual (%)
1	Bloque de madera			
2	Cilindro metálico			

- Realice un gráfico de empuje  $F_e$  (eje y) contra volumen sumergido  $V_{\text{sumergido}}$  (eje x).

**VI. Conclusiones**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**VII. Sugerencias / recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Tercera **Unidad**

**Temperatura y Calorimetría**

## Semana 9: Sesión 2

# Variación Térmica en Líquidos

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:

..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### I. Propósito

El estudiante estudia la variación de la temperatura en líquidos cuando se les aplica calor, utilizando sensores de temperatura digitales. Los estudiantes medirán y compararán los cambios de temperatura en diferentes líquidos a lo largo del tiempo y analizarán su comportamiento térmico.

### II. Fundamentos teóricos

La **temperatura** es una magnitud física que refleja la energía cinética promedio de las moléculas de un cuerpo. A medida que se transfiere calor a una sustancia, su energía térmica aumenta, lo que provoca un aumento en la temperatura.

El **calor** es la transferencia de energía térmica de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura, y se relaciona con el cambio de temperatura mediante la siguiente ecuación 1:

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T \quad (1)$$

Donde:

- Q es la cantidad de calor transferido (en julios).
- m es la masa del cuerpo (en kg).
- C es el calor específico de la sustancia (en J/kg °C).
- ΔT es la variación de la temperatura (en °C).

El **calor específico** es una propiedad del material que mide la cantidad de calor necesario para elevar en un grado Celsius la temperatura de una unidad de masa de dicha sustancia. En esta práctica se investigará cómo diferentes líquidos (agua, aceite, y alcohol etílico) se calientan cuando se les aplica calor, permitiendo analizar sus comportamientos térmicos y las diferencias en su capacidad para absorber energía térmica.

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

Tabla 1: Equipos de medición

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Sensor de temperatura	Precisión de ±0.1°C	1
2	Termómetro digital	Precisión de ±0.1°C	1
3	Cronómetro	Precisión de 0.01 s	1

4	Calentador eléctrico	Control de temperatura	1
---	----------------------	------------------------	---

## 1.2 Materiales

**Tabla 2: Materiales a medir**

Ítem	Material	Característica	Cantidad
1	Agua destilada	Volumen de 200 ml	1
2	Aceite	Volumen de 200 ml	1
3	Alcohol etílico	Volumen de 200 ml	1
4	Vaso de precipitados	Capacidad de 200 ml	3

## IV. Indicaciones y procedimientos

- Conecte el sensor de temperatura al software en la computadora para monitorear los cambios de temperatura en tiempo real.
- 
- Coloque 500 ml de cada líquido (agua, aceite y alcohol) en vasos de precipitados separados.
- Mida la temperatura inicial de cada líquido utilizando el termómetro digital y registre los valores.
- Utilice el calentador eléctrico para calentar cada líquido de manera uniforme. El calentamiento debe durar 10 minutos para cada líquido.
- monitoree los cambios de temperatura con el sensor de temperatura conectado al software. Registre la temperatura cada minuto durante los 10 minutos.
- Complete la tabla de resultados con las lecturas de temperatura de cada líquido.
- 

## V. Resultados

Tiempo (min)	Temperatura del agua (°C)	Temperatura del aceite (°C)	Temperatura del alcohol (°C)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Grafique temperatura (°C) en el eje Y y tiempo (min) en el eje X para cada líquido (agua, aceite y alcohol) en la misma gráfica. Compare los cambios de temperatura entre los líquidos.

## VI. Conclusiones

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**VII. Sugerencias / recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Semana 10: Sesión 2

## Cantidad de Calor

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:

..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### I. Propósito

En esta actividad analizaremos la cantidad de calor que absorbe un líquido para diferentes variaciones de temperatura

### II. Fundamentos teóricos

#### Cantidad de Calor

Cuando una sustancia se le añade energía sin hacer trabajo usualmente suele aumentar su temperatura. La cantidad de energía necesaria para incrementar en cierta cantidad la temperatura de una masa de una sustancia varía de una sustancia a otra. Tengamos en cuenta que no sólo se puede cambiar la temperatura de un cuerpo por transferencia de calor, también se puede cambiar la temperatura de un sistema al realizar un trabajo sobre el mismo.

El calor específico  $C_e$  de una sustancia es la cantidad de energía por unidad de temperatura y por unidad de masa. Así pues, si la energía  $Q$  transferida por calor a una masa  $m$  de una sustancia cambia la temperatura de la muestra en  $\Delta T$ . Si el sistema tiene una temperatura inicial  $T_0$  incrementa o disminuye su temperatura a un valor  $T$ , la cantidad de calor  $Q$  que gana o pierde el sistema está dado por:

$$Q = mC_e(T - T_0) \quad (1)$$

Si la cantidad de calor es suministrada en forma constante a medida que transcurre el tiempo, **el flujo calorífico  $\Phi$**  será constante. Por definición del flujo calorífico y usando la ecuación (1) tenemos

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = mC_e \frac{\Delta T}{\Delta t} \quad (2)$$

Considerando que en el instante  $t_0=0$  la temperatura inicial  $T_0$  tiene un valor fijo, la ecuación (2) es:

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = mC_e \frac{\Delta T}{t} \quad (3)$$

Estableciendo una dependencia de la temperatura con el tiempo se puede escribir:

$$\Delta T = \frac{\Phi}{mC_e} t \quad (4)$$

donde:

$$T = \frac{\Phi}{mC_e} t + T_0 \quad (5)$$

y:

$$C_{e_{agua}} = 1 \frac{cal}{gr \cdot ^\circ C} = 4186 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

La ecuación (5) muestra la relación lineal que existe entre la temperatura en el sistema y el tiempo.

**Nota:** El calor específico puede ser considerado constante en la experiencia, puesto que su variación con la temperatura es muy pequeña

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

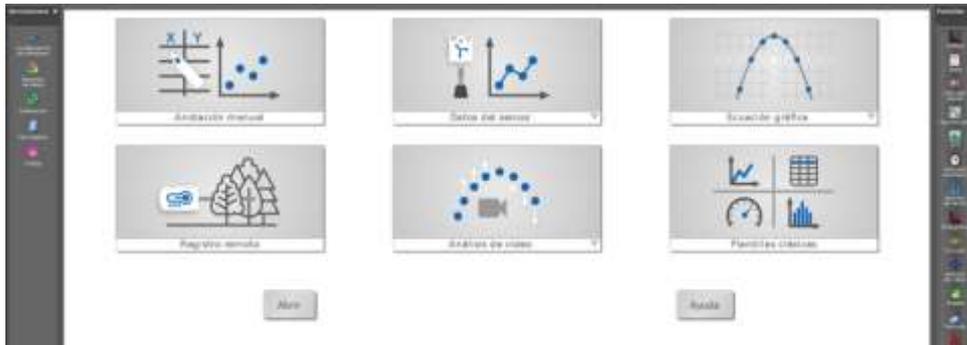
Tabla 1: Lista de equipos

Ítem	Equipo	Cantidad
01	PC o LAPTOP con programa PASCO Capstone™ instalado	01
02	Xplorer GLX con cable USB	01
03	Mordaza de mesa	01
04	Nuez doble	01
05	Pinza universal	01
06	Varilla de 60 cm	01
07	Cocina eléctrica	01
08	Sensor de temperatura	01
09	Matraz de 300 ml	01

### IV. Indicaciones y procedimientos

- Ingrese al programa PASCO Capstone™, haga clic sobre el icono tabla y gráfica (Figura 01) y seguidamente reconocerá el sensor de temperatura previamente insertado a la interfase USB Link.  
88555

Figura 01: PASCO Capstone



- Seguidamente procedemos a configurar dicho sensor, para lo cual hacemos doble clic sobre el icono CONFIGURACIÓN y lo configuramos para que registre un periodo de muestreo de 10 Hz en °C.
- Creamos una gráfica de temperatura vs tiempo, (Figura 02) luego hacemos el

montaje de la Figura 03.

Figura 02: Pantalla para graficar Temperatura vs. Tiempo

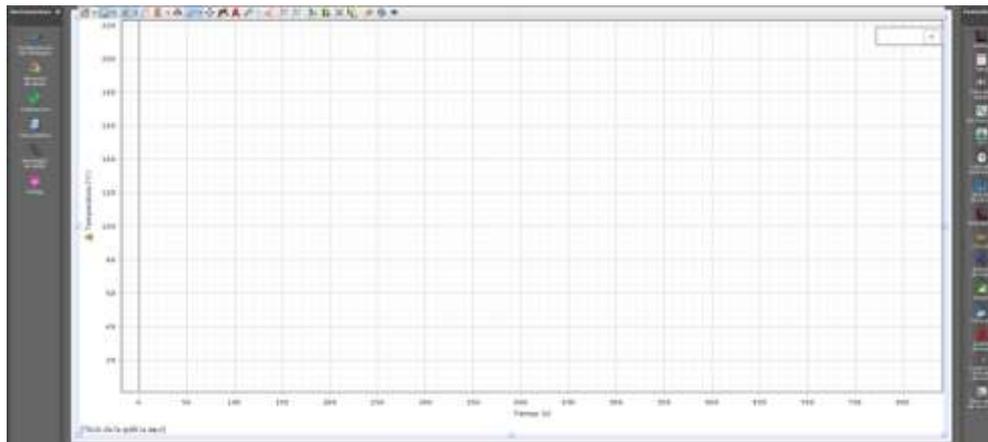


Figura 03: Montaje del sistema

- d. Iniciar la toma de datos encendiendo la cocina eléctrica y active el sensor de temperatura y tome datos de temperatura aproximadamente hasta 80 °C.
- e. Utilice las herramientas de análisis que se encuentran en el PASCO Capstone™ para determinar la pendiente de la gráfica y complete la **TABLA 3**.

**Tabla 2** Condiciones iniciales del experimento

Masa del matraz (kg)	Masa del matraz con agua (kg)	Masa de agua (kg)	Temperatura inicial (°C)

- f. Con la ayuda del programa PASCO, realizar una gráfica temperatura vs tiempo. Colocar la gráfica obtenida en el cuadro y completar la **TABLA 3**
- g. Con la ayuda del programa PASCO, realizar una tabla de variación temperatura y calor. El calor será determinado utilizando la herramienta CALCULADORA que se encuentra en el Software PASCO (Construir la fórmula en el programa PASCO, calor

específico del agua 1 cal/g °C) como se muestra en la Figura 4.

$$Q = m C_e \Delta T \quad (6)$$

**TABLA 3:** Valores obtenidos de la gráfica Temperatura Vs Tiempo

	<b>Variable independiente</b>	
	<b>Variable dependiente</b>	
	<b>Intercepto con el eje T</b>	
	<b>Pendiente</b>	
	<b>Ecuación:</b>	



Figura 04: Calculadora de PASCO Capstone

h. Con los datos realizados en la Calculadora del PASCO y con ayuda del software PASCO, efectúe la gráfica de calor vs variación de temperatura y aplique el ajuste correspondiente y completar la **TABLA 4**

**TABLA 4:** Valores obtenidos de la gráfica Calor (Q) Vs Temperatura



**V. Resultados**

Usando el software PASCO Capstone™ y utilice las herramientas de análisis del programa para completar los resultados en la TABLA 2, 3 y 4. Adjunta evidencias de tus resultados y gráficos.

**VI. Conclusiones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**VII. Sugerencias / recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Semana 11: Sesión 2

## Calor Específico

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:

..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

### I. Propósito

En esta actividad analizaremos el principio de las mezclas para encontrar el calor específico de un material.

### II. Fundamentos teóricos

**Calor Específico** El calor específico ( $C_e$ ) de una sustancia, es la cantidad de calor (medido en calorías) requerido para que un gramo de dicha sustancia eleve su temperatura en  $1^\circ\text{C}$ . El calor ganado o perdido por un cuerpo es igual al producto de sus masas, su calor específico y el cambio de temperatura.

$$\Delta Q = m C_e (T_f - T_i) \quad (1)$$

El método más común usado en la determinación de cambios de calor es el método de las mezclas, basado en el principio de la conservación de la energía, en el cual dos o más sistemas que tienen temperaturas diferentes son puestos en contacto, de tal forma que intercambien calor hasta que todos ellos adquieren la misma temperatura (temperatura de equilibrio). Como resultado del intercambio, los cuerpos de más alta temperatura ceden calor a los cuerpos de temperatura más baja, de manera que la cantidad de calor perdido por algunos cuerpos es igual a la cantidad de calor ganado por los otros. Un cuerpo de masa ( $m$ ), cuyo calor específico ( $C_e$ ) se desea determinar es calentado hasta alcanzar una temperatura ( $T$ ) y luego introducido rápidamente a un calorímetro de masa ( $m_c$ ), y cuyo calor específico ( $C_{ec}$ ) el cual contiene en su interior una masa de agua ( $m_{agua}$ ), todos estos a una temperatura inicial ( $T_i$ ). La mezcla alcanzará una temperatura intermedia de equilibrio ( $T_{Eq}$ ). Usaremos la capacidad calorífica del calorímetro

$$C_{calorímetro} = C_{ec} * m_c$$

Aplicando el principio de conservación de la energía tendremos que el calor perdido por el cuerpo debe ser igual al calor absorbido por el agua, el calorímetro y el termómetro

Esto es:

$$m C_{e_{sólido}} (T - T_{Eq}) = m_{agua} C_{e_{agua}} (T_{Eq} - T_i) + C_{calorímetro} (T_{Eq} - T_i)$$

De donde:

$$C_{e_{sólido}} = \frac{((m_{agua} + C_{calorímetro})(T_{Eq} - T_i))}{(m(T - T_{Eq}))}$$

Que nos determina el calor específico del cuerpo. Este es el fundamento del método de las mezclas. Es necesario observar que este método solo conduce a la determinación del calor específico promedio en un intervalo de temperaturas un poco amplio. El

calorímetro que usaremos está cubierto de una envoltura de material térmicamente aislante para minimizar tanto la pérdida como la absorción de calor, pero no elimina este factor completamente ya que es prácticamente imposible aislar cualquier sistema del medio que lo rodea y eliminar un intercambio de calor. El equivalente en agua es un término frecuentemente en calorimetría. Es la masa de agua que requiere la misma cantidad de calor para aumentar su temperatura en un grado como el que se requiere para aumentar la temperatura del cuerpo en un grado. El equivalente del agua es el producto de la masa de un cuerpo y la capacidad térmica del material del cuerpo.

### III. Equipos / Materiales

#### IV. 3.1 Equipos

Tabla 1

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
01	PC con programa PASCO Capstone™ instalado	Software instalado para capturar y analizar datos	01
02	Xplorer GLX con cable USB	Dispositivo de adquisición de datos	01
03	Mordaza de mesa	Soporte para sujetar equipos	01
04	Nuez doble	Para fijar la varilla al soporte	01
05	Pinza universal	Para sujetar el sensor de temperatura	01
06	Varilla de 60 cm	Soporte para los dispositivos	01
07	Cocina eléctrica	Para calentar los cuerpos	01
08	Sensor de temperatura	Mide la temperatura con precisión	01
09	Vaso calorímetro	Aislante térmico para medir el calor	01
10	Cuerpos metálicos	Materiales de diferentes calores específicos	03
11	Vaso de Precipitado 500 ml	Para contener los líquidos	01

### V. Indicaciones y procedimientos

- a) Ingrese al programa PASCO Capstone™, haga clic sobre el icono tabla y gráfica (Figura 1) y seguidamente reconocerá el sensor de temperatura previamente insertado a la interfase USB Link.

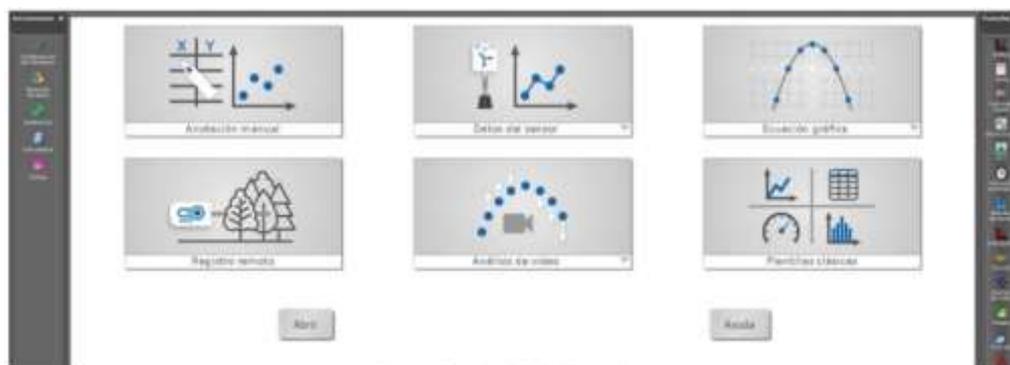


Figura 01: PASCO Capstone

- b) Seguidamente procedemos a configurar dicho sensor, para lo cual hacemos doble clic sobre el icono CONFIGURACIÓN y lo configuramos para que registre un periodo de muestreo de 10 Hz en °C.

- c) Creamos una gráfica de temperatura vs tiempo, (Figura 02) luego hacemos el montaje de la Figura 03.

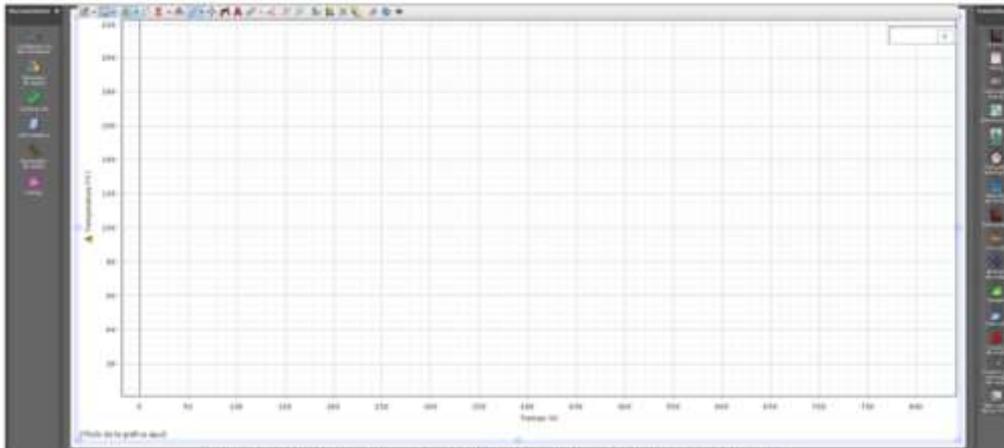


Figura 02: Pantalla para graficar Temperatura vs. Tiempo



Figura 03: Montaje del sistema

- d) Colocar en un recipiente agua hasta cubrir el cuerpo sólido, y calentar en la cocina eléctrica. Hacer el control de temperatura del agua con el sensor de temperatura y cuando el agua esté en punto de ebullición (aproximadamente 100 °C). La temperatura del agua será la misma que la del cuerpo sólido.
- e) En el calorímetro colocar 200 ml de agua y hacer uso de las herramientas de análisis del programa para determinar la temperatura inicial  $T_i$  del sistema calorímetro y agua. Ver Figura 04.



Figura 04: Medición de temperatura del sistema

- f) Cuando el agua en el recipiente de agua llegue aproximadamente a 100 °C, llevar cuidadosamente el cuerpo sólido al calorímetro y agitar el agua con el fin de crear una mezcla uniforme y distribuir el aumento de temperatura a todo el calorímetro. Ver Figura 05.



g) Figura 05: Sólido sumergido en el sistema

- h) Utilice las herramientas de análisis del programa para determinar la temperatura más alta registrada. Esta será la temperatura de equilibrio  $T_{Eq}$ . Datos teóricos útiles:

$Ce_{Al} = 0.2250 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Aluminio	$Ce_{Cu} = 0.0931 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Cobre
$Ce_{Fe} = 0.1146 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Hierro	$Ce_{Pb} = 0.0320 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Plomo
$Ce_{Cb} = 0.0577 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Estaño	$Ce_{Zn} = 0.0925 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Zinc
$Ce_{Ac} = 0,106 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$	Acero		

## VI. Resultados

- Usando el software PASCO Capstone™ y utilice las herramientas de análisis del programa para completar los resultados en la TABLA 01 y 02.
- Adjunta evidencias de tus resultados y gráficos.

TABLA 01: Medidas de temperatura, masas y calor específico del material 1

Clase de metal usado		Calor específico teórico (Cal/g °C)	
Medición	1		2
Capacidad calorífica del calorímetro ( $C_{e\text{Calorímetro}}$ )			
Masa del cuerpo metálico (m)			
Masa de agua ( $m_{\text{agua}}$ )			
Temperatura inicial del sistema ( $T_i$ )			
Temperatura inicial del cuerpo caliente (T)			
Temperatura de equilibrio ( $T_{\text{Eq}}$ )			
Calor específico experimental ( $C_{e\text{Exp}}$ )			
Error porcentual (e(%)) $e(\%) = \frac{(V_{T_{\text{eó}}} - V_{\text{Exp}})}{V_{T_{\text{eó}}}} * 100\%$			

TABLA 02: Medidas de temperatura, masas y calor específico del material 2

Clase de metal usado		Calor específico teórico (Cal/g °C)	
Medición	1		2
Capacidad calorífica del calorímetro ( $C_{e\text{Calorímetro}}$ )			
Masa del cuerpo metálico (m)			
Masa de agua ( $m_{\text{agua}}$ )			
Temperatura inicial del sistema ( $T_i$ )			
Temperatura inicial del cuerpo caliente (T)			
Temperatura de equilibrio ( $T_{\text{Eq}}$ )			
Calor específico experimental ( $C_{e\text{Exp}}$ )			
Error porcentual (e(%)) $e(\%) = \frac{(V_{T_{\text{eó}}} - V_{\text{Exp}})}{V_{T_{\text{eó}}}} * 100\%$			

**VII. Conclusiones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**VIII. Sugerencias / recomendaciones**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

# Cuarta **Unidad**

**(Principios de la Termodinámica**

## Semana 13: Sesión 2

### Trabajo Efectuado en un Proceso Termodinámico

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos Docente:

..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

#### Instrucciones

Forma equipo de trabajo para realizar la práctica y sigue las indicaciones del docente

#### I. Propósito

Los estudiantes calcularán el trabajo realizado por un gas en expansión isotérmica y compresión isobárica, comparando los resultados experimentales con los valores teóricos.

#### II. Fundamentos teóricos

El trabajo en un proceso termodinámico se refiere a la energía transferida al realizar un cambio de volumen de un gas bajo presión. El trabajo realizado por un gas en expansión o compresión se define como:

$$W = \int PdV \quad (1)$$

Donde:

W es el trabajo (en J).

P es la presión del gas (en Pa).

dV es el cambio en volumen (m<sup>3</sup>)

Para un gas ideal, la ecuación de estado es:

$$PV = nRT \quad (2)$$

Donde:

P es la presión.

V es el volumen.

n es la cantidad de moles del gas.

R es la constante de los gases ideales (8.314 J/mol.K)

T es la temperatura (en K).

En este experimento, se analizarán dos procesos termodinámicos importantes:

#### Expansión isotérmica

En este proceso, el gas se expande a temperatura constante, y la presión disminuye conforme el volumen aumenta. El trabajo realizado en una expansión isotérmica es:

$$W = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

#### Compresión isobárica

En este proceso, el gas es comprimido manteniendo la presión constante. El trabajo realizado en una compresión isobárica es:

$$W = P(V_f - V_i)$$

Donde  $V_f$  es el volumen final y  $V_i$  es el volumen inicial.

### III. Equipos / Materiales

#### 3.1 Equipos

Tabla 1: Equipos de medición

Ítem	Equipo	Característica	Cantidad
1	Sensor de presión Pasco	Rango de presión 0-100 kPa	1
2	Sensor de temperatura Pasco	Precisión de $\pm 0.1^\circ\text{C}$	1
3	Software Pasco Capstone	Para registrar y graficar datos	1
4	<b>Jeringa</b>	Capaz de expandir y comprimir el gas	1

### IV. Indicaciones y procedimientos

#### Configuración del equipo:

- Conecte el sensor de presión y el sensor de temperatura al software **Pasco Capstone** en la computadora.
- Coloque el cilindro con pistón en el soporte adecuado y asegúrese de que el gas esté correctamente confinado en el cilindro.

#### Medición inicial:

- Utilice el termómetro para medir la temperatura inicial del gas.
- Registre el volumen inicial del gas en el cilindro.
- Asegúrese de que el software **Pasco Capstone** esté configurado para registrar los datos de presión y volumen en tiempo real.

#### Proceso de expansión isotérmica:

- Mantenga la temperatura constante mientras expande el gas en el cilindro utilizando una jeringa o válvula para controlar la expansión.
- Registre las lecturas de presión y volumen en intervalos regulares mediante **Pasco Capstone** hasta alcanzar el volumen final.
- Verifique que los datos se estén graficando en tiempo real en el software.

#### Análisis de los datos:

- En el software **Pasco Capstone**, grafique la presión contra el volumen para el proceso
- Calcule el área bajo la curva para determinar el trabajo efectuado por el gas.
- Compare los valores experimentales obtenidos con los valores teóricos utilizando las ecuaciones discutidas en los fundamentos teóricos.

## V. Resultados

Tabla 2: Datos obtenidos en la expansión isotérmica

Volumen V (m <sup>3</sup> )	Presión P (Pa)	Temperatura T (K)

### Gráficos en Pasco Capstone:

- Grafique **presión P** (eje Y) contra **volumen V** (eje X) para los procesos de expansión isotérmica y compresión isobárica.
- Calcule el área bajo la curva para cada proceso en el software, que representa el trabajo realizado por el gas.

## VI. Conclusiones

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## VII. Sugerencias / recomendaciones

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Referencias

Sears, F. W., & Zemansky, M. W. (2015). Física para Ciencias e Ingenierías (12 va ed.). Editorial Pearson Educación.

Serway, R. A., & Vuille, C. (2008). Física para Ciencias e Ingeniería (9 na ed.). Editorial CENGAGE Learning.

Beer, F y Johnston, E. (2013). Mecánica Vectorial para Ingenieros. Estática. X Edición. México: McGraw-Hill.

ALVARENGA, Beatriz "FISICA GENERAL" Edit. Harla, México D.F. 1981

KRUGLAK K, H y MOORE J. "MATEMÁTICAS APLICADAS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA", Libros McGraw – Hill. Colombia 1972

MEINERS, "LABORATORY PHYSICS". John Wiley & Sons N.Y.

SERWAY, R.A. "FISICA" Edit Interamericana, México D.F. 1985

"FISICA CON APLICACIONES" Edit. Interamericana, México D.F. 1984

ALVARENGA, Beatriz "FISICA GENERAL" Edit. Harla, México D.F. 1981 KRUGLAK K, H y MOORE J. "MATEMÁTICAS APLICADAS A CIENCIA Y TECNOLOGÍA", Libros McGraw – Hill. Colombia 1972

PAGINA SOFTWARE:

<https://www.pasco.com/prodMulti/pasco-capstone-software/index.cfm>

[http://www.walter-fendt.de/ph6es/equilibriumforces\\_es.htm](http://www.walter-fendt.de/ph6es/equilibriumforces_es.htm) Animación acerca del equilibrio de un cuerpo apoyado

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=176.0> Simulación interactiva que muestra el comportamiento de un resorte sometido a deformaciones (en inglés).

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/forces-1d> Página en español que contiene diversas simulaciones referidas a temas de física, entre ellas hay una sencilla que ilustra la Ley de Hooke.

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/the-ramp> Apunte en formato pdf con explicaciones sobre un trabajo práctico aplicando la Ley de Hooke (en castellano).