



**Universidad Autónoma  
del Estado de México**

**Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior**

A photograph showing two students in a laboratory setting. One student in the foreground is wearing red safety goggles and is focused on a task. Another student in the background is wearing clear safety goggles and is working on a complex mechanical assembly, likely a robotic arm. The assembly is made of metal and plastic components with various wires and sensors. The background is dark, making the students and their work stand out.

# **MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO FÍSICA I**

A decorative graphic element consisting of three overlapping hexagons. The top hexagon is white with a thin black outline. The middle hexagon is green with a thin black outline. The bottom hexagon is gold with a thin black outline. They are arranged in a staggered, overlapping fashion.

**CBU 2024**

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**Dirección de Estudios del Nivel Medio Superior**

**Manual de Prácticas**  
**Física I**  
**CBU 2024**

José Alberto Ronces Martínez  
Octavio Cruz Vásquez  
Sergio Corona Flores





## Índice

<b>Presentación</b>	1
<b>Módulo I. Energía y movimiento</b>	2
Práctica Presencial Número 1. Calor específico de un sólido	3
Práctica Virtual Número 1. Calor específico	8
<b>Módulo II. La temperatura y sus manifestaciones</b>	12
Práctica Presencial Número 2. Dilatación	13
Práctica Virtual Número 2. Dilatación Lineal	22
Práctica Virtual Número 3. Dilatación Superficial	27
<b>Módulo III. Termodinámica</b>	32
Práctica Presencial Número 3. Ley Cero de la Termodinámica	33
Práctica Virtual Número 4. Primera Ley de la Termodinámica	38
<b>Módulo IV. Mecánica de fluidos y aplicaciones de la energía térmica</b>	43
Práctica Presencial Número 4. Teorema de Bernoulli y Torricelli	44
Práctica Virtual Número 5. Presión de fluidos	53

...





# Presentación

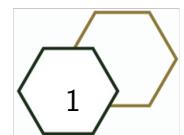
La Universidad Autónoma del Estado de México, fiel a su compromiso con la formación integral de sus estudiantes, presenta este Manual de Prácticas de Laboratorio de Física I como una herramienta fundamental para el aprendizaje práctico y experimental. En nuestra institución, entendemos que la educación de calidad no solo se basa en la transmisión de conocimientos teóricos, sino también en la capacidad de los estudiantes para aplicar lo aprendido en escenarios reales. Las ciencias experimentales, como la química, la física y la biología, ofrecen una oportunidad única para explorar, descubrir y consolidar el entendimiento a través de la experimentación.

Este manual está diseñado específicamente para los estudiantes del segundo semestre del programa de estudios del Bachillerato Universitario de la UAEMéx, y responde a las directrices del nuevo Marco Curricular Común del Nivel Medio Superior establecido por la Secretaría de Educación Pública Mexicana. De este modo, garantizamos que los contenidos aquí presentados no solo cumplen con los más altos estándares académicos, sino que también están perfectamente alineados con las exigencias y objetivos del sistema educativo nacional.

En consonancia con nuestra visión de una educación inclusiva y accesible, este manual está estructurado para ser utilizado en dos modalidades: presencial y virtual. Esta doble modalidad responde a dos objetivos principales: por un lado, fomentar la innovación pedagógica mediante el uso de tecnologías educativas de vanguardia, y por otro, garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su modalidad de estudio, puedan aprovechar al máximo los recursos disponibles. Así, aquellos que cursen sus estudios en línea podrán realizar prácticas simuladas que complementen su aprendizaje teórico y les acerquen a la experiencia de un laboratorio físico.

El contenido de este manual incluye prácticas cuidadosamente diseñadas para desarrollar habilidades específicas y fortalecer competencias fundamentales en física. Desde la comprensión de principios básicos, como la transferencia de calor o las leyes de la termodinámica, hasta la exploración de fenómenos complejos, como la dilatación de materiales o el comportamiento de los fluidos, cada práctica está acompañada de introducciones teóricas, procedimientos claros y preguntas que fomentan el pensamiento crítico y el análisis reflexivo.

Finalmente, este manual es un reflejo del compromiso de la UAEMéx con la formación de jóvenes responsables, críticos y creativos, capaces de enfrentarse a los desafíos del mundo actual. Invitamos a nuestros estudiantes a abordar cada práctica con entusiasmo y dedicación, seguros de que este recurso será una guía esencial en su desarrollo académico y personal. Te invitamos a ver el video con la presentación de este manual dando clic [aquí](#).





...

## Módulo I

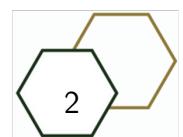
### Energía y movimiento

#### Próposito de Módulo:

Comprende los principios fundamentales de la física, enfocándose en la energía, para analizar el movimiento de los objetos, identificar la transferencia de energía en colisiones en la resolución de problemas.

#### Progresiones:

1. La energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. La energía está presente cuando hay objetos en movimiento, hay sonido, hay luz o hay calor.
2. La energía tiene diferentes manifestaciones (por ejemplo, energía en campos electromagnéticos, energía térmica, energía de movimiento).
3. La energía se puede transferir de distintas formas y entre objetos o sistemas, así como al interior de ellos.
4. Cuando la energía fluye es posible detectar la transferencia de energía a través de un objeto o sistema.





## Práctica Presencial Número 1

### Calor específico de un sólido

#### Introducción

Existen en la naturaleza numerosos procesos en los que se transmite la energía de un lugar a otro, en el caso del calor se denomina Transferencia de Calor, la transmisión del calor de un punto a otro se realiza por tres tipos: Conducción, Convección y Radiación.

La conducción es un proceso lento por medio del cual se transmite energía calorífica a través de una sustancia por la actividad molecular, la convección es un proceso más rápido que implica el movimiento de la propia materia caliente de un lado a otro. La radiación donde el calor se transmite a la velocidad de la luz a través del espacio.

Cuando un cuerpo con mayor temperatura se pone en contacto con uno de menor temperatura se inicia un intercambio de calor del cuerpo caliente al frío el cual cesa cuando se igualan sus temperaturas. En un intercambio de calor la cantidad de energía térmica permanece constante; como lo establece la Ley del Intercambio Térmico que establece: "Cualquier Intercambio de Calor que se efectúe el Calor Cedido es igual al calor absorbido pero de signo negativo" en otras palabras:

$$\text{calor perdido} = -\text{calor ganado}$$

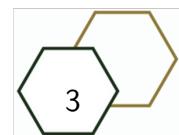
Un frasco o botella Dewar, mejor conocido como Termo, es un dispositivo práctico con el cual se reduce al máximo la transferencia de la energía térmica. El termo consiste de una vasija de doble pared de vidrio, plateada en su interior; el propósito de este plateado es reflejar todo el calor radiante que intenta entrar o salir de la vasija. En el espacio entre las paredes hay un vacío elevado para evitar la convección y el vidrio siendo un conductor pobre reduce al mínimo la conducción a través de las paredes del cuello, con excepción del espacio vacío entre las paredes un calorímetro muy parecido al termo común.

El calor específico de una sustancia es igual a la **capacidad calorífica de dicha sustancia entre su masa**, en forma práctica el **calor específico se define como la cantidad de calor que necesita un gramo de cualquier sustancia para elevar su temperatura un grado Celsius**. Cuando se trata del agua, que es una sustancia de referencia, el calor específico reportado es  $1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}}$ .

El calorímetro más usual es el de agua, el cual consta de un recipiente externo de aluminio que en su interior tiene otro vaso pequeño del mismo material, aislado para evitar pérdidas de calor; tiene además un agitador, una tapa y un orificio para el termómetro. En un calorímetro de agua se puede determinar el calor específico de algunas sustancias por el método de las mezclas de agua.

#### Conocimientos previos

Investiga cada uno de los siguientes conceptos:





1. **Calor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. **Calor específico:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. **Capacidad calorífica:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Objetivo

El alumno conocerá las formas de propagación del calor y sus aplicaciones, y determinará experimentalmente el calor específico de un sólido.

## Materiales

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| ■ Termómetro         | ■ Mechero de Bunsen             |
| ■ Trozo de metal     | ■ Soporte universal             |
| ■ Probeta graduada   | ■ Bote de lámina*               |
| ■ Balanza granataria | ■ Rejilla con centro de asbesto |
| ■ Anillo de hierro   | ■ Tapón de hule                 |
| ■ Cerillos*          | ■ Nuez con gancho               |
| ■ Tripié             | ■ Gas                           |
| ■ Calorímetro        | ■ Agua                          |

Los materiales marcados con asterisco serán proporcionados por cada grupo de estudiantes.

## Procedimiento

1. Llena un bote de lámina con agua hasta dos terceras partes de su capacidad. Colócalo sobre un trípode y caliéntalo con un mechero Bunsen hasta que el agua alcance el punto de ebullición.





- Mide y registra la masa de un vaso calorimétrico vacío ( $m_{\text{calorímetro}}$ ) utilizando una balanza granataria. Luego, vierte una cantidad de agua medida previamente en el vaso y registra su masa ( $m_{\text{agua}}$ ) y su temperatura inicial ( $T_{i,\text{agua}}$ ).
- Realiza una perforación en un tapón de plástico para permitir la inserción de un termómetro. Utiliza este tapón como tapa para el calorímetro.
- Determina la masa de la muestra metálica ( $m_{\text{sólido}}$ ) utilizando la balanza granataria. Ata la muestra con un hilo resistente y sumérgela completamente en el recipiente con agua hirviendo. Mantén la muestra en el agua durante varios minutos para que adquiera la misma temperatura que el agua hirviendo. Registra esta temperatura como la temperatura inicial del sólido ( $T_{i,\text{sólido}}$ ).
- Retira rápidamente la muestra metálica del agua hirviendo e introduce la en el vaso calorimétrico que contiene el agua. Tapa el calorímetro con cuidado y agítalo suavemente hasta que la temperatura en el interior se estabilice. Registra esta temperatura final como  $T_{\text{final}}$ , que corresponde al equilibrio térmico en el calorímetro.
- Utilizando los datos registrados, calcula el calor cedido al agua y al vaso calorimétrico. A partir de estos valores, determina el calor específico del sólido utilizando la ecuación:

$$-Q_{\text{sólido}} = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{calorímetro}} \quad (1)$$

- Considera que, al alcanzarse un equilibrio térmico, el calor cedido por el sólido ( $Q_{\text{sólido}}$ ) es igual al calor ganado por el agua ( $Q_{\text{agua}}$ ) y el vaso calorimétrico. Utiliza esta relación para calcular el calor específico del sólido:

$$Q_{\text{sólido}} = m_{\text{sólido}} \cdot C_{e,\text{sólido}} \cdot \Delta T_{\text{sólido}} \quad (2)$$

donde:

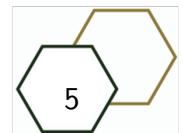
$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} \cdot C_{e,\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}}, \quad Q_{\text{calorímetro}} = m_{\text{calorímetro}} \cdot C_{e,\text{calorímetro}} \cdot \Delta T_{\text{agua}}$$

Recordemos que para estas expresiones el término  $C_e$  corresponde al **calor específico** de los diferentes materiales (agua, aluminio y el material del trozo metálico) y los encuentras reportados en tablas de calores específicos, el término  $\Delta T$  en cada una de las expresiones de arriba, representan la diferencia de la temperatura final y de la temperatura inicial, es decir  $\Delta T = T_f - T_i$ . Resolviendo estas ecuaciones, se obtiene el valor de  $c_{\text{sólido}}$ , el calor específico de la muestra metálica.

- En ciertas ocasiones, la energía en forma de calor absorbida por el calorímetro  $Q_{\text{calorímetro}}$  se puede despreciar de la ecuación 1 debido a que es una cantidad muy pequeña. De esta forma, sí podemos expresar la siguiente igualdad:

$$Q_{\text{agua}} = -Q_{\text{sólido}} \quad (3)$$

Recuerda que para esta expresión anteponemos el signo negativo al  $Q_{\text{sólido}}$  debido a que este es el cuerpo que pierde la energía en forma de calor, cediéndolo al agua.





## Cuestionario

1. Enuncia la llamada **Ley de intercambio térmico** .  
\_\_\_\_\_
2. ¿Cuáles son las formas en que se propaga el calor? .  
\_\_\_\_\_
3. ¿En qué consiste el método de las mezclas? .  
\_\_\_\_\_
4. ¿Cuál es el valor del calor específico para las sustancias: agua, aluminio y del metal a ensayar? ..  
\_\_\_\_\_
5. Resuelve el siguiente ejercicio: Una barra de plata de 335.0 g con una temperatura de 100°C se introduce en un calorímetro de aluminio de 60.0 g de masa que contiene 450.0 g de agua a 23°C. Se agita la mezcla y la temperatura se incrementa a 26°C. Determina el calor específico de la plata.
6. Explica cada uno de los términos de la expresión:

$$Q = m \cdot C_e (T_f - T_i) \quad (4)$$

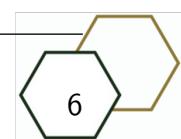
## Conclusión

---

---

---

---





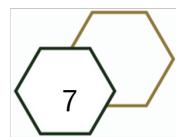
Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía





## Práctica Virtual Número 1

### Calor específico

#### Conocimientos previos

Investiga cada uno de los siguientes conceptos:

1. **Calor:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. **Calor específico:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. **Capacidad calorífica:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Procedimiento

1. Ingresa a la página web del laboratorio virtual: [clic aquí](#).
2. Puedes también familiarizarte con la manipulación del laboratorio virtual observando el video [aquí](#).
3. El calor siempre se transfiere del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura. Al colocar una barra de metal en el agua del primer vaso de precipitado, esta permanecerá en el agua hasta que ambas alcancen la misma temperatura, que en este caso será de 100°C. Este proceso se conoce como **equilibrio térmico**. Durante este proceso, el agua cede calor a la barra hasta que ambas temperaturas se igualan.
4. Una vez que la barra alcanza los 100°C, se transporta al agua en el segundo vaso, que inicialmente se encuentra a 20°C. En este nuevo escenario, el sistema alcanzará nuevamente el equilibrio térmico, y el simulador indicará la temperatura final alcanzada por ambos.
5. Para determinar el equilibrio térmico, es importante recordar que:

$$Q_{\text{absorbido}} = -Q_{\text{cedido}} \quad (5)$$

Por lo tanto:

$$m_{\text{agua}} \cdot C_{e,\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = -m_{\text{barra}} \cdot C_{e,\text{barra}} \cdot \Delta T_{\text{barra}} \quad (6)$$

A partir de esta ecuación, despeja el **calor específico de la barra** ( $C_{e,\text{barra}}$ ), y considerando que la densidad del agua es 1.00  $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ , la masa del agua ( $m_{\text{agua}}$ ) corresponde a 200.0 g.





6. Selecciona una barra metálica y verifica su masa. Puedes cambiar la masa de las barras en pasos posteriores, pero en el primer paso mantén la misma.
7. Haz clic en el botón **Inicio** del simulador. Observa cómo la barra se introduce en el primer vaso y alcanza el equilibrio térmico. Después, pasará automáticamente al segundo vaso. Espera a que alcance el equilibrio térmico nuevamente y registra los datos correspondientes. Repite el procedimiento para todas las barras y llena la tabla con los resultados obtenidos.
8. Escogiendo una barra de material distinta cada vez, llena el siguiente cuadro.

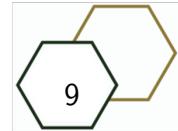
Material	$m_{\text{barra}}/\text{g}$	$T_{i,\text{agua}}/^\circ\text{C}$	$T_{i,\text{barra}}/^\circ\text{C}$	$T_{eq}/^\circ\text{C}$
Hierro	20.0	20	100	
Cobre	20.0	20	100	
Grafito	20.0	20	100	
Oro	20.0	20	100	
Berilio	20.0	20	100	
Aluminio	20.0	20	100	

9. En este paso, modificarás el valor de la masa para todas las barras seleccionadas. Asegúrate de que el valor de la masa sea el mismo para todas las barras durante esta fase del experimento. Una vez definido el nuevo valor de la masa, realiza el procedimiento descrito anteriormente con cada material, registrando cuidadosamente los datos obtenidos en una nueva tabla. Esto permitirá observar cómo varía el equilibrio térmico en función de la masa de las barras.

Material	$m_{\text{barra}}/\text{g}$	$T_{i,\text{agua}}/^\circ\text{C}$	$T_{i,\text{barra}}/^\circ\text{C}$	$T_{eq}/^\circ\text{C}$
Hierro		20	100	
Cobre		20	100	
Grafito		20	100	
Oro		20	100	
Berilio		20	100	
Aluminio		20	100	

10. Una vez completadas ambas tablas, calcula el **calor específico** de cada material utilizando los datos obtenidos y registra los resultados en la siguiente tabla:

Material	Calor específico (Primera tabla)	Calor específico (Segunda tabla)
Hierro		
Cobre		
Grafito		
Oro		
Berilio		
Aluminio		





11. Observa el ejemplo para calcular el calor específico del berilio (Be). Utiliza la ecuación:

$$C_{e,\text{barra}} = -\frac{m_{\text{agua}} \cdot C_{e,\text{agua}} \cdot \Delta T_{\text{agua}}}{m_{\text{barra}} \cdot \Delta T_{\text{barra}}}$$

Sustituye los valores:

$$C_{e,\text{Be}} = -\frac{(200\text{ g})(1.00 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{°C}})(23.3^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})}{(20\text{ g})(23.3^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})}$$

Resolviendo:

$$C_{e,\text{Be}} = 0.43 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{°C}}$$

12. Contesta las siguientes preguntas:

- a) ¿Son iguales los resultados obtenidos para el calor específico en ambas tablas? Justifica tu respuesta.

---

---

---

- b) ¿Podemos concluir que el calor específico no depende de la masa del material? Explica.

---

---

---

- c) Investiga por qué el calor específico es independiente de la masa y se considera una propiedad específica de cada material.

---

---

---

## Conclusiones

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



...

## Módulo II

# La temperatura y sus manifestaciones

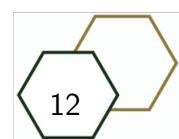
### Propósito del Módulo:

Reconoce cómo la energía térmica afecta la materia en sus diferentes estados de agregación, así como la importancia de la temperatura y el calor en los cambios físicos que experimentan los materiales. A través del estudio de los conceptos de temperatura, dilatación térmica y calor, analizan y predicen el comportamiento de sistemas físicos bajo diversas condiciones térmicas.

### Progresiones:

5. El cambio de estado y/o el movimiento de la materia en un sistema es promovido por la transferencia de energía.
6. La temperatura de un sistema se da en función de la energía cinética promedio y a la energía potencial por partícula. La relación depende del tipo de átomo o molécula del material y sus interacciones.
7. La energía requerida para cambiar la temperatura función de su tamaño y naturaleza, así como del medio.
8. La energía se transfiere de sistemas u objetos más calientes a otros más fríos.

...





## Práctica Presencial Número 2

### Dilatación

#### Introducción

El volumen que ocupa un material está directamente relacionado con la temperatura a la que se encuentra, debido a los efectos de la energía térmica sobre las partículas que lo conforman. A nivel microscópico, la temperatura suministra energía térmica a los átomos, lo que incrementa su movimiento vibratorio en torno a las posiciones de equilibrio dentro de la red cristalina del sólido. Este fenómeno genera una mayor amplitud de vibración, lo que a su vez provoca que las posiciones de equilibrio de los átomos se desplacen ligeramente, aumentando las distancias interatómicas. Como resultado, el material experimenta un aumento en su volumen, siempre que la presión externa se mantenga constante.

Este fenómeno, conocido como dilatación térmica, tiene importantes implicaciones tanto en el ámbito científico como en aplicaciones tecnológicas. Cuando un sólido se somete a un incremento de temperatura, se produce un cambio en sus dimensiones físicas: longitud, superficie y volumen. Según el tipo de dilatación que predomine, este fenómeno puede clasificarse en tres categorías principales: la dilatación lineal, dilatación superficial y la dilatación volumétrica.

La dilatación térmica es un fenómeno fundamental que debe considerarse en numerosos contextos prácticos, como en la construcción de puentes, rieles ferroviarios, tuberías o dispositivos electrónicos, ya que cambios en la temperatura pueden provocar deformaciones o fallos estructurales. Este conocimiento permite diseñar materiales y estructuras que compensen los efectos de la temperatura, garantizando su funcionalidad y seguridad.

En esta práctica, se estudiará cómo las dimensiones de un sólido cambian al someterse a variaciones de temperatura, con especial atención a la dilatación lineal. Además, se analizará cómo estas variaciones se relacionan con las propiedades intrínsecas del material, como el coeficiente de dilatación térmica, y se explorará su dependencia con respecto a la magnitud del cambio térmico.

#### Conocimientos previos

Investiga cada uno de los siguientes conceptos:

1. Dilatación lineal:

---

---

---

2. Dilatación superficial:

---

---

---



### 3. Dilatación volumétrica:

---

---

---

## Objetivo

El alumno observará y analizará los efectos de la dilatación térmica en sólidos metálicos, midiendo los cambios en sus dimensiones al variar la temperatura, y relacionará estos cambios con propiedades físicas como el coeficiente de dilatación y la influencia del calor en los materiales.

## Materiales

- 1 flexómetro de 5.00 m\*
- 1 mechero de Bunsen
- 1 pesa de 50.0 g con gancho
- 2 pinzas nuez doble sujeción
- 1 pinzas para crisol
- 2 soportes universales con varilla de 60 cm
- 1 vaso de precipitados de 100 mL
- 1 vernier
- 200 mL de agua de la llave
- 1.0 m de alambre de cobre No. 14 sin forro\*
- 1 canica de vidrio de 300 mm\*
- 1 cinta *masking tape* de 18 mm de ancho\*
- 1 encendedor\*
- 1 lata de refresco vacía\*

## Procedimiento

### Actividad 1

1. Corta un tramo de 30.0 cm de alambre de cobre sin forro del calibre N° 14. En uno de los extremos, forma un anillo cuyo diámetro coincide con el de la canica (aproximadamente 30 mm). Utiliza un vernier para calibrar el diámetro del anillo y asegurarte de que sea el correcto.
2. Pasa la canica varias veces a través del anillo que elaboraste y observa qué sucede.
3. En el otro extremo del alambre, forra 3.0 cm con cinta masking. Esto evitará que el calor se transmita a tus dedos cuando calientes el anillo de cobre.
4. Enciende la lámpara de alcohol y sujetá el alambre por el extremo forrado. Calienta el anillo de cobre sobre la llama durante tres minutos.
5. Con cuidado, intenta pasar nuevamente la canica por el anillo caliente.
6. Registra tus observaciones y realiza un esquema que represente lo ocurrido durante el experimento.



## Actividad 2

1. Arma un sistema como se muestra en la Figura 1, utilizando dos soportes universales y un tramo de alambre de cobre.
2. Coloca una tuerca en la mitad del alambre, asegurándote de que quede suspendida.
3. Mide la altura del alambre en el punto donde está unida la tuerca y regístralas como  $h_1$  en la tabla.
4. Enciende el **mechero Bunsen** y utiliza la llama para calentar la tuerca. Observa los cambios que se producen en el sistema.
5. Pasado un tiempo, vuelve a medir la altura en el punto donde está unida la tuerca y regístralas como  $h_2$  en la tabla.
6. Una vez que el alambre se haya enfriado completamente, mide nuevamente la altura en ese mismo punto y regístralas como  $h_3$  en la tabla.

## Datos experimentales

Alturas	Lectura de medición	Longitudes	Lectura de medición
$h_1 =$		$L_i =$	
$h_2 =$		$L_f =$	
$h_2 - h_1 =$		$L_f - L_i =$	
$h_3 =$			

**Cuadro 1.** Registro de las alturas y longitudes del alambre durante el experimento.

## Preguntas de análisis de la Actividad 2

1. ¿A qué se debe la diferencia de alturas después de calentar el alambre?

---



---



---

2. ¿Qué sucede cuando el alambre se enfriá? ¿Qué relación tiene este hecho con  $h_3$ ?

---



---



---

3. Un vaso de vidrio Pyrex se rompe más difícilmente cuando se calienta, en comparación con un vaso de vidrio ordinario. Explica por qué ocurre esto.

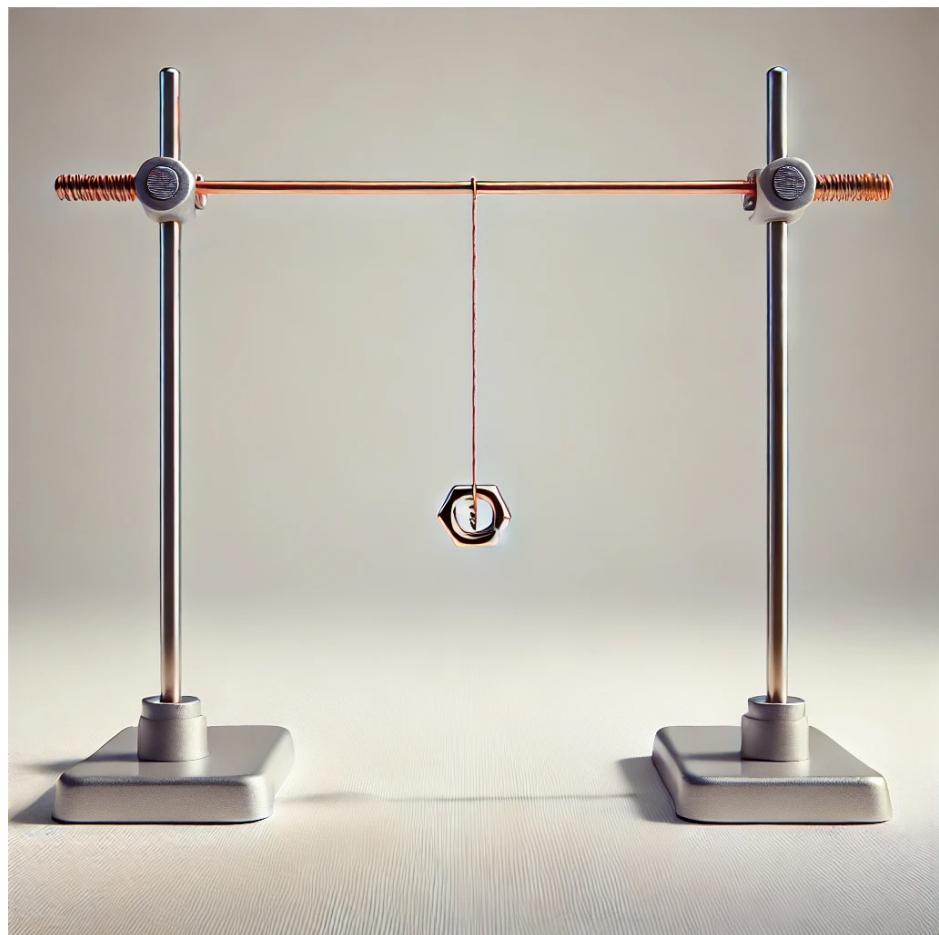
---



---



---



**Fig. 1.** Sistema a utilizar en la actividad 2.



4. ¿Cómo se relaciona este fenómeno con los coeficientes de dilatación térmica de los dos materiales?

---

---

---

5. ¿En qué aplicaciones prácticas podrías utilizar el concepto de dilatación lineal?

---

---

---

### Actividad 3

1. Toma una lata de refresco vacía y agrega aproximadamente 1.0 mL de agua en su interior.
2. Sella completamente el orificio de la lata utilizando pedazos de cinta masking, asegurándote de que quede hermética.
3. Para este paso, utiliza unas **pinzas para crisol** para sujetar la lata de manera segura durante el calentamiento.
4. Enciende nuevamente mechero Bunsen y coloca la lata sobre la llama, sujetándola con las pinzas para crisol. Calienta la lata hasta que el agua en su interior hierva, lo que tomará aproximadamente **2 minutos**.
5. Retira la lata del calor y colócala inmediatamente en un cristalizador. Con otro recipiente, vierte agua sobre la lata, asegurándote de que se cubra parcialmente, como se muestra en el esquema correspondiente. Observa y registra lo que sucede.

### Preguntas de análisis

1. ¿Qué ocurrió con el vapor de agua contenido en la lata al enfriarse?

---

---

---

2. ¿Cómo influye la presión del aire exterior en este fenómeno?

---

---

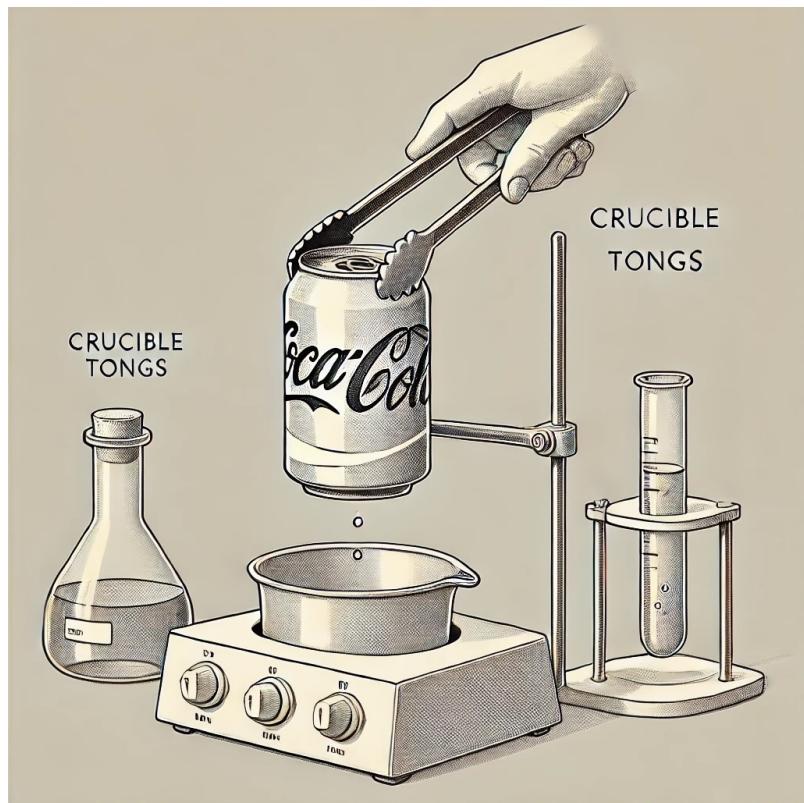
---

3. Relaciona lo observado con el cambio de estado del agua y la influencia de la presión externa.

---

---

---



**Fig. 2.** Esquema de la actividad 3.



## Cuestionario

1. Completa la siguiente tabla, identificando qué tipo de dilatación corresponde a cada ejemplo.

Ejemplo	Lineal	Superficial	Volumétrica	¿Por qué?
Las vías del tren en verano se hacen más largas.				
Las vigas de los puentes durante la época de calor.				
El mercurio contenido en un termómetro cuando toma la temperatura.				
El aire en ruedas de los coches, gana presión al aumentar la temperatura.				
Las puertas de una casa, dependiendo de la temperatura, se dilatan y al cerrar quedan muy justas.				
Un vaso de vidrio al que agregamos agua hirviendo rápidamente, y estalla.				Las paredes interiores que están en contacto con el agua se dilatan más rápido que las del exterior.
Una botella a baño maría que se cierra rápidamente, se contrae toda.				Se dilata el gas interior y luego el exterior, teniendo una mayor presión.
Las baldosas del piso se resquebrajan, por el efecto del calor (por eso deben ponerse con una pequeña separación entre ellas).				
Los cables de los postes de electricidad están colgantes en tiempo frío y en tiempo de calor se cuelgan más.				

**Cuadro 2.** Identificación de tipos de dilatación y explicación.



2. ¿Crees que la dilatación de los gases influye en algunos procesos de la industria? ¿Por qué?

---

---

---

3. ¿Qué entiendes por *gas licuado*?

---

---

4. Habrá dilatación al calentar un líquido. ¿Por qué?

---

---

## Conclusión

---

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



## Práctica Virtual Número 2. Dilatación Lineal

### Conocimientos previos

Investiga los siguientes conceptos:

1. Dilatación térmica:

---

---

---

2. Coeficiente de dilatación térmica:

---

---

---

3. Incremento o decremento de temperatura:

---

---

---

### Objetivo

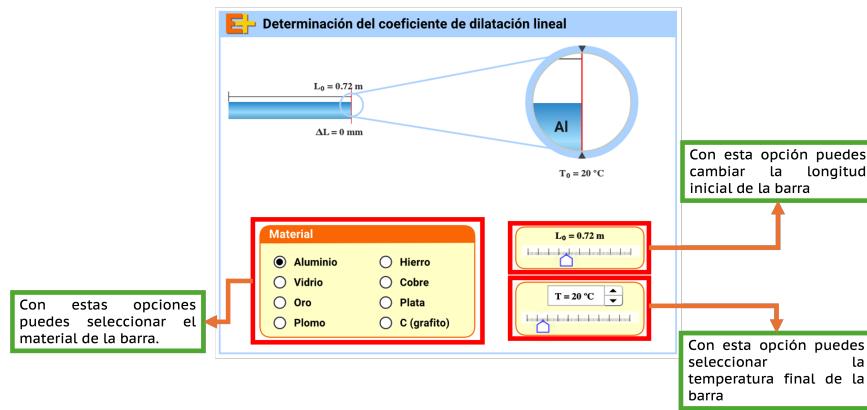
Analizar y comprender el fenómeno de la dilatación superficial en diferentes materiales mediante el uso de un simulador interactivo, observando cómo las variaciones de temperatura afectan la longitud de los sólidos y calculando el coeficiente de dilatación lineal, para relacionar estos cambios con las propiedades térmicas de los materiales.

### Procedimiento

Ingresa al simulador disponible en la red dando clic en la palabra **aquí**. En la pantalla principal, observarás el simulador de dilatación lineal (vea figura 3).

Puedes familiarizarte con la manipulación de este simulador observando el video correspondiente dando clic **aquí**. Sigue los pasos que se indican a continuación y completa las tablas y preguntas al final de la práctica.

1. Selecciona **Aluminio** como el material de la barra.
2. Configura los parámetros iniciales en el simulador:
  - Longitud inicial ( $L_0$ ): 1.00 m.
  - Temperatura inicial ( $T_0$ ): 20°C.



**Fig. 3.** Pantalla principal del simulador de dilatación lineal.

- Cambia la temperatura de la barra hasta un valor de  $T_f = 125^\circ\text{C}$ , y observa el nuevo valor para la longitud de la barra,  $L_f$ .
- Obtén del simulador el incremento en la longitud ( $\Delta L$ ).
- Calcula el coeficiente de dilatación lineal ( $\alpha$ ) utilizando la fórmula:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

- Repite el procedimiento para tres materiales diferentes. Completa la siguiente tabla:

Material	$L_0$ (m)	$L_f$ (m)	$\Delta L$ (m)	$T_0$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_f$ ( $^\circ\text{C}$ )	$\alpha$ ( $1/^\circ\text{C}$ )
Aluminio	1.00			20	125	
	1.00			20	125	
	1.00			20	125	
	1.00			20	125	

**Cuadro 3.** Cálculo del coeficiente de dilatación lineal para diferentes materiales.

- Selecciona un solo material propuesto en el simulador. Cambia la temperatura final según los valores indicados en la siguiente tabla, registra  $\Delta L$  y calcula el coeficiente de dilatación lineal:
- Selecciona un solo material propuesto en el simulador y varía la longitud inicial ( $L_0$ ). Registra  $\Delta L$  y completa la tabla:



Material	$L_0$ (m)	$L_f$ (m)	$\Delta L$ (m)	$T_0$ (°C)	$T_f$ (°C)	$\alpha$ (1/°C)
	1.00			20	50	
	1.00			20	150	
	1.00			20	250	
	1.00			20	400	

**Cuadro 4.** Cálculo del coeficiente de dilatación lineal para un material a distintas temperaturas.

Material	$L_0$ (m)	$\Delta L$ (m)	$T_0$ (°C)	$T_f$ (°C)
			20	100
			20	100
			20	100

**Cuadro 5.** Cálculo del incremento en la longitud para diferentes longitudes iniciales.

## Cuestionario

1. Al aumentar la temperatura final aplicada en la barra, ¿qué sucede con su longitud final?

---

---

2. Si se aumenta la longitud inicial y se mantienen constantes las temperaturas inicial y final, ¿cómo varían los resultados de la longitud final de la barra?

---

---

3. ¿El coeficiente de dilatación lineal de un material cambia al modificar la temperatura o longitud de la barra? Justifica tu respuesta.

---

---

4. ¿El incremento en la longitud de la barra se ve modificado al variar su longitud inicial?

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Conclusiones

---

---

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



## Práctica Virtual Número 3. Dilatación Superficial

### Conocimientos previos

Investiga los siguientes conceptos:

1. Dilatación térmica:

---

---

2. Coeficiente de dilatación térmica:

---

---

3. Incremento o decremento de temperatura:

---

---

### Objetivo

Analizar y comprender el fenómeno de la dilatación lineal en diferentes materiales mediante el uso de un simulador interactivo, observando cómo las variaciones de temperatura afectan la longitud de los sólidos y calculando el coeficiente de dilatación lineal, para relacionar estos cambios con las propiedades térmicas de los materiales.

### Procedimiento

1. Ingresa al simulador de la **expansión térmica de un anillo** dando clic aquí. La ventana correspondiente te mostrará la imagen de la figura 4, pon atención a los recuadros en rojo que te indican dónde cambiar el tipo de material y los valores de temperatura.
2. Puedes familiarizarte con la manipulación de este simulador observando el video correspondiente dando clic aquí.
3. Selecciona un material en el simulador antes de iniciar cada parte del procedimiento. Asegúrate de anotar los materiales que elijas en las tablas correspondientes.

### Actividad 1

4. Coloca una temperatura final de  $T_f = 50^\circ\text{C}$  en el simulador.

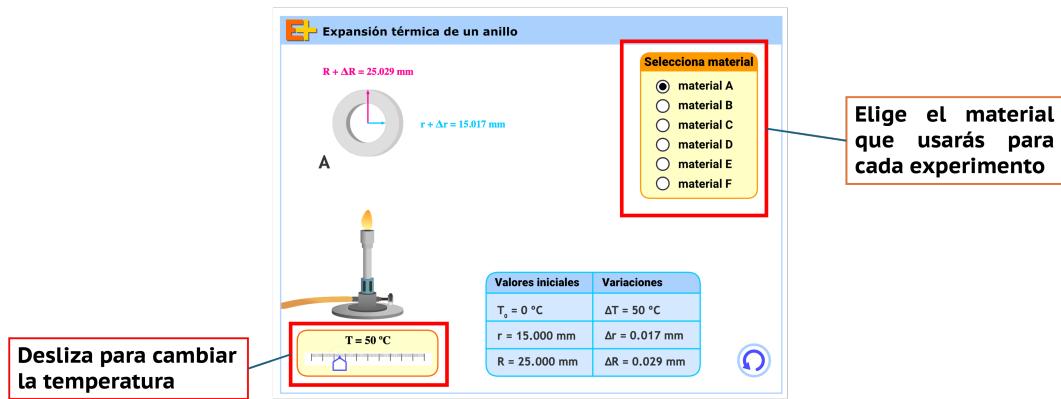


Fig. 4. Vista principal del simulador de dilatación superficial.

5. Selecciona un material y registra su nombre en la tabla.
6. Para el material seleccionado, anota el incremento en el radio externo ( $\Delta R$ ) y el radio interno ( $\Delta r$ ) que se muestran en el simulador. Considera para este punto la tabla mostrada en la parte inferior del simulador y en que se establecen las condiciones inciales ( $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $r = 15.000 \text{ mm}$  y  $R = 25.000 \text{ mm}$ ). También tienes que notar que en la columna **variaciones** se muestran los valores  $\Delta T$ ,  $\Delta r$  y  $\Delta R$ , y que representarán el resultado del calentamiento.
7. Calcula el cambio en la superficie ( $\Delta A$ ) utilizando la fórmula:

$$\Delta A = \pi \cdot \Delta R^2 - \pi \cdot \Delta r^2$$

8. Repite el procedimiento con **cuatro materiales diferentes** y completa la siguiente tabla:

Material	$T_f$ ( $^\circ\text{C}$ )	$\Delta R$ (m)	$\Delta r$ (m)	$\Delta A$ ( $\text{m}^2$ )
	50			
	50			
	50			
	50			

Cuadro 6. Incremento de radios y cambio en superficie a  $50^\circ\text{C}$ .

## Actividad 2

9. Coloca una temperatura final de  $T_f = 100^\circ\text{C}$  en el simulador.
10. Selecciona un material y registra su nombre en el cuadro 7.
11. Para el material seleccionado, registra los valores del incremento en los radios interno ( $\Delta r$ ) y externo ( $\Delta R$ ).



12. Calcula el coeficiente de dilatación superficial ( $\gamma$ ) utilizando la fórmula:

$$\Delta A = A_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

donde:

- $\Delta T = T_f - T_0$ .
- $A_0$  es la superficie inicial calculada con:

$$A_0 = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$$

13. Repite el procedimiento para **tres materiales diferentes** y completa la siguiente tabla:

Material	$T_f$ (°C)	$\Delta T$ (°C)	$\Delta R$ (m)	$\Delta r$ (m)	$A_0$ (m <sup>2</sup> )	$\Delta A$ (m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (1/°C)
	100	100					
	100	100					
	100	100					

**Cuadro 7.** Cálculo del coeficiente de dilatación superficial a 100°C.

## Cuestionario

1. ¿Qué material tiene un mayor incremento de superficie?

---



---



---

2. ¿Qué sucede con el diámetro interior del anillo al incrementar su temperatura?

---



---



---

3. ¿El diámetro interior puede disminuir al incrementarse la temperatura?

---



---



---

4. ¿Se pueden identificar los materiales ocupados en el simulador? Justifica tu respuesta e identifica los materiales que se utilizaron en la segunda tabla.

---



---



---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Conclusiones

---

---

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



...

## Módulo III

# Termodinámica

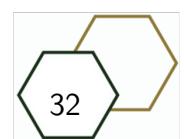
### Propósito del Módulo:

Aplica los principios de conservación de la energía y la materia en sistemas físicos y termodinámicos, enfocándose en la capacidad de identificar cómo la energía se transforma, se conserva y afecta el funcionamiento de los sistemas cerrados.

### Progresiones:

10. La energía no puede ser creada o destruida, pero puede ser transportada de un lugar a otro y transferida entre sistemas.
11. La energía no se puede destruir, sin embargo, se puede convertir en otras formas de menor utilidad (por ejemplo, cuando hay pérdidas por calor).
12. El funcionamiento de los sistemas depende de su disponibilidad de energía.
13. En los sistemas cerrados las cantidades totales de materia y energía se conservan.

...





## Práctica Presencial Número 3. Ley Cero de la Termodinámica

### Introducción

La Ley Cero de la Termodinámica explica que cuando un sistema se pone en contacto térmico con otros, al transcurrir el tiempo la temperatura será la misma, porque se encontrarán en equilibrio térmico.

Todos los materiales tienen una cantidad inmensa de energía, debido a que están formados por moléculas y debido a que éstas están en continuo movimiento se dice que tienen energía cinética, debido a las interacciones entre moléculas vecinas, también tienen energía potencial, por lo pronto nos quedaremos con estas formas de energía de tal manera que a la suma de éstas le llamaremos energía interna y que se relaciona con la temperatura, aunado a esta concepción, el reconocimiento de calor como una forma de energía transferible nos permite entender porque al poner sobre una flama un recipiente de aluminio con agua al cabo de un rato, el agua tenderá a elevar su temperatura aun cuando no está en contacto directo con la flama.

### Conocimientos previos

Investiga la definición de los siguientes términos:

1. Sistema termodinámico:

---

---

---

2. Pared diatérmica:

---

---

---

3. Pared adiabática:

---

---

---

4. Equilibrio termodinámico:

---

---

---



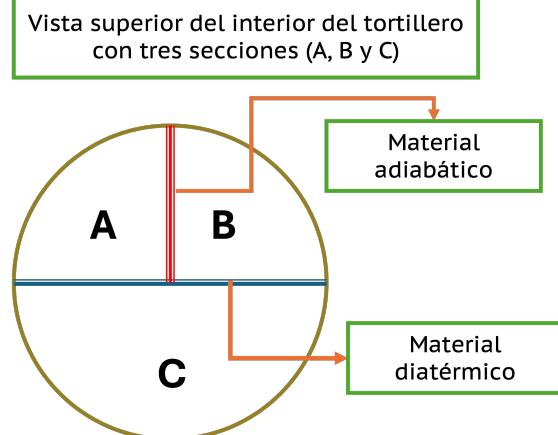
## Obejtivo

Comprobar La ley Cero de la Termodinámica; si los sistemas A y B están en equilibrio térmico con el sistema C, al cabo de un tiempo, los sistemas A y B estarán en equilibrio térmico. Determinar la cantidad de calor cedido y absorbido para que los sistemas estén en equilibrio térmico

## Materiales

- Una caja térmica (\*tortillero de unicel previamente armado)
- 3 Termómetros de -10 a 110°C
- Un vaso de precipitados de 500 ml
- Una balanza granataria
- Una varilla de vidrio en forma de L (como agitador)
- Un mechero Bunsen
- Un trípode metálico
- Una tela de alambre con asbestos
- Cronómetro de reloj

\* Un tortillero de unicel modificado, dividido internamente y aislado según se muestra en la siguiente figura. Utiliza adhesivo como plastiloca para fijar las divisiones y garantizar el aislamiento entre las paredes adiabáticas y diatérmicas. Investiga cuáles materiales de uso común podrían servir para construir y diferenciar las paredes con estas propiedades específicas.



## Procedimiento

1. **Preparación inicial:** Divide la caja en tres compartimentos claramente identificados como sistemas A, B y C. Asegúrate de que las paredes entre los sistemas sean adiabáticas o diatérmicas, según se indica en la figura.



**2. Introduce agua en los compartimentos:**

- Llena cada compartimento con una cantidad específica de agua, midiendo y registrando la masa ( $m_A$ ,  $m_B$  y  $m_C$ ) en cada caso. Registra los valores para cada sistema en el cuadro 8.
- Ajusta la temperatura inicial ( $T_0$ ) del agua en cada sistema a diferentes valores. Utiliza agua caliente, agua a temperatura ambiente, o agua fría, según sea necesario. Registra estas temperaturas iniciales en la tabla proporcionada.

**3. Coloca un termómetro en cada sistema:**

- Inserta un termómetro en cada compartimento para monitorear la evolución de la temperatura.
- Asegúrate de que los termómetros estén colocados de forma que midan de manera precisa y uniforme.

**4. Registro de mediciones:**

- Mide y registra la temperatura en cada sistema ( $T$ ) a intervalos regulares de tiempo (por ejemplo, cada 2 o 5 minutos).
- Continúa tomando mediciones hasta que las temperaturas en los sistemas alcancen el equilibrio térmico.
- Llena la tabla con las mediciones realizadas.

**5. Finalización del experimento:**

- Una vez que todos los sistemas hayan alcanzado el equilibrio térmico, anota las temperaturas finales ( $T_f$ ) para cada compartimento.

**Tablas de mediciones**

Sistema termodinámico	Masa de agua, $m$ / g
A	
B	
C	

**Cuadro 8.** Registro de la masa de agua en cada sistema

**Cuestionario**

1. ¿Qué cantidad de calor cedió o absorbió cada sistema para poder alcanzar el equilibrio térmico?

\_\_\_\_\_

2. Los sistemas A y B, ¿están en contacto térmico? ¿Por qué?

\_\_\_\_\_



Tiempo (min)	Sistema A (°C)	Sistema B (°C)	Sistema C (°C)
0	$T_{0,A}$	$T_{0,B}$	$T_{0,C}$

**Cuadro 9.** Registro de temperaturas en los sistemas A, B y C durante el experimento.

3. ¿El metal puede considerarse como una pared diatérmica?

Explica: \_\_\_\_\_

4. ¿Qué sistemas están en contacto térmico y por qué?

\_\_\_\_\_

5. En cuanto al calor absorbido y cedido, ¿fue sensible o latente? ¿Cómo se dio esta transferencia?

Explica: \_\_\_\_\_

## Conclusión

---

---

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



## Práctica Virtual Número 4. Primera Ley de la Termodinámica

### Introducción

La Primera Ley de la Termodinámica puede expresarse en la forma:

$$\Delta U = Q + w \quad (7)$$

Donde  $Q$  es la cantidad de energía comunicada al sistema en forma de calor,  $w$  el trabajo realizado por o sobre el sistema y  $\Delta U$  es la variación de su energía interna. Si el sistema es un gas ideal, entonces la energía interna ( $U$ ) está dada únicamente por la energía cinética de traslación de sus moléculas y, por tanto, solo depende de su temperatura absoluta. Los gases nobles pueden constituir una muy buena aproximación al gas ideal. Puesto que se trata de moléculas monoatómicas, la energía cinética de ellas es solo de traslación. Si la presión no es muy alta, la energía potencial de interacción puede despreciarse. Por otra parte, si la temperatura no es muy elevada, en los procesos de variación de  $P$ ,  $V$  y  $T$  no interviene la energía del interior de las moléculas.

Examinarás varios procesos termodinámicos en un gas noble de acuerdo con los principios de la primera ley de la Termodinámica.

### Conocimientos previos

Investiga las siguientes definiciones:

1. Proceso isobárico:

---

---

---

2. Proceso isotérmico:

---

---

---

3. Proceso adibático:

---

---

---

### Objetivo

Aplicar los principios de la Primera Ley de la Termodinámica para analizar el comportamiento de un gas noble bajo diferentes procesos termodinámicos (isobárico, isotérmico y adiabático), determinando las relaciones entre el calor transferido, el trabajo realizado y la variación de energía interna, mediante el uso de un simulador virtual.



## Procedimiento

Antes de comenzar las actividades, haz clic en la palabra **aquí** para acceder al simulador virtual, donde pondrás a prueba tus conocimientos sobre la Primera Ley de la Termodinámica. Sigue los pasos detallados a continuación para realizar cada actividad. Te recomendamos observar la figura 5 para que tengas en cuenta cada uno de las opciones que te permitirán realizar las actividades siguientes, puedes guiarte en el video tutorial para familiarizarte con las herramientas del simulador.

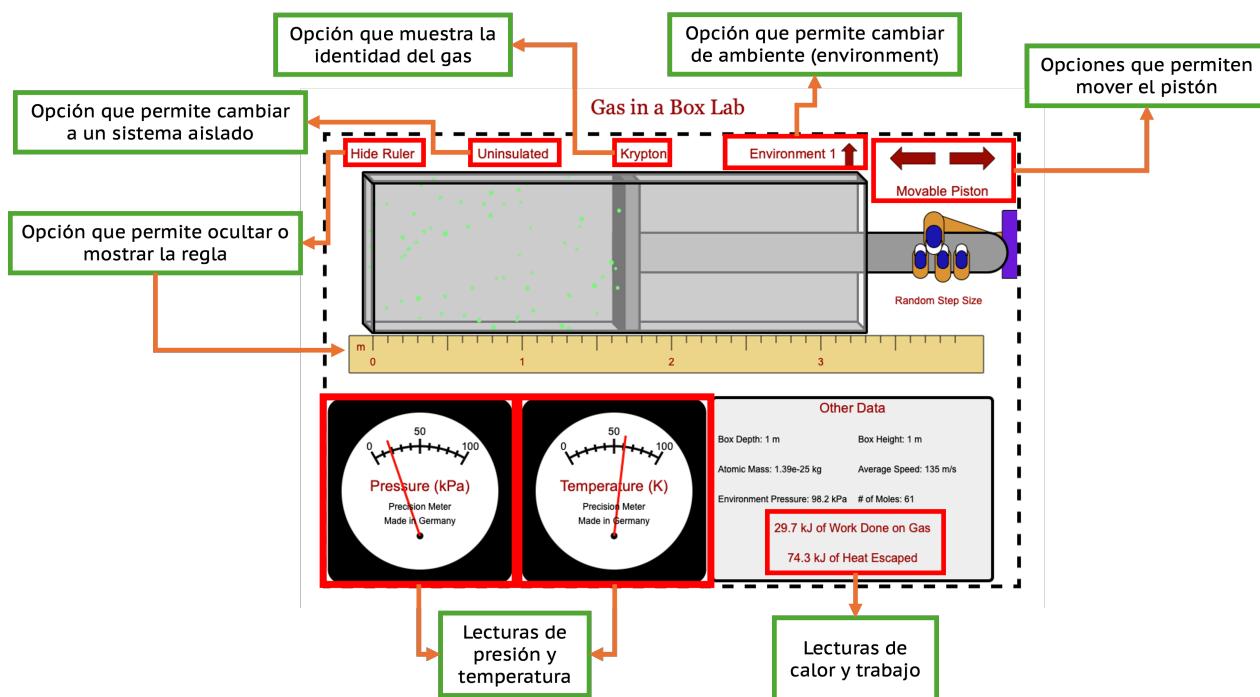


Fig. 5. Pantalla del simulador y opciones que presenta para cambiar las condiciones del gas.

### Actividad 1

1. En la parte superior de la ventana del simulador, selecciona las flechas verticales en la sección “Environment” y observa las lecturas del manómetro y el termómetro.
  - Registra cómo cambian el volumen, la presión y la temperatura del gas.
2. En la configuración “Environment 1”, desplaza el pistón hacia la derecha. Observa el recuadro de la esquina inferior derecha del simulador, poniendo especial atención en las cantidades de calor (*heat*) y de trabajo (*work*):
  - ¿El gas recibe o entrega energía en forma de calor?
  - ¿El trabajo es realizado por el gas o sobre el gas?
  - ¿Cuál es la variación de su energía interna?
3. Desplaza el pistón hacia la izquierda y responde nuevamente las mismas preguntas:



- ¿El gas recibe o entrega energía en forma de calor?
- ¿El trabajo es realizado por el gas o sobre el gas?
- ¿Cuál es la variación de su energía interna?

## Actividad 2

1. Considera que el recipiente en que se encuentra confinado el gas es una caja que tiene un largo variable a través del pistón móvil, esta caja tiene 1.00 m de profundidad y 1.00 m de altura.
2. Cambia el estado del gas de “Environment 2” a “Environment 3”. Observa bien el recuadro de la esquina inferior derecha y con ayuda de la información mostrada para el calor ( $Q$ ) y el trabajo  $w$ :
  - Calcula la presión a la que es sometido el gas considerando el volumen del gas en el “Environment 2” como el volumen inicial ( $V_i$ ) y el volumen en el “Environment 3” como el volumen final ( $V_f$ ), y usando la fórmula  $w = -P_{ext}(V_f - V_i)$
  - Compara tu resultado con el valor mostrado en el manómetro.
3. Utiliza la ecuación de la Primera Ley de la Termodinámica ( $Q = \Delta U + W$ ) y los datos proporcionados en la parte inferior del simulador (“Heat Absorbed”) para calcular la variación de energía interna ( $\Delta U$ ) del gas al pasar de “Environment 2” a “Environment 3”.

## Actividad 3

1. Reflexiona sobre la variación de la energía interna del gas en un proceso isotérmico y responde:
  - ¿Cuál es la relación entre la energía interna del gas y su temperatura en un proceso isotérmico?

---

---

---
2. Analiza cómo se relacionan el calor absorbido por el gas y el trabajo realizado por él en un proceso isotérmico. Para ello:
  - Selecciona la configuración “Environment 1”.
  - Aumenta el volumen del gas haciendo clic en la flecha horizontal situada en la esquina superior derecha de la ventana.
  - Compara los valores de “Work Done By Gas” y “Heat Absorbed” reportados por el simulador.

## Actividad 4

1. En el menú del simulador, cambia la configuración de “Uninsulated” a “Insulated” para que el recipiente sea térmicamente aislado.





2. Haz clic en la flecha horizontal que apunta hacia la derecha, situada en la parte superior derecha de la ventana, y responde:

- ¿Qué valor tiene la energía intercambiada con el gas en forma de calor?

---

---

---

- ¿Cuál es el signo del trabajo realizado por el gas?

---

---

---

- ¿Qué sucede con la energía interna y la temperatura del gas (aumentan, disminuyen o permanecen iguales)?

---

---

---

3. Repite el procedimiento anterior, pero ahora haz clic en la flecha horizontal que apunta hacia la izquierda. Responde las mismas preguntas considerando que el gas está comprimiéndose:

- ¿Qué valor tiene la energía intercambiada con el gas en forma de calor?

---

---

---

- ¿Cuál es el signo del trabajo realizado por el gas?

---

---

---

- ¿Qué sucede con la energía interna y la temperatura del gas (aumentan, disminuyen o permanecen iguales)?

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Conclusiones

---

---

---

---

## Imágenes

## Bibliografía



...

## Módulo IV

# Mecánica de fluidos y aplicaciones de la energía térmica

### Propósito del Módulo:

Relaciona cómo los principios fundamentales de los fluidos y el rastreo de los cambios de energía y materia permiten describir, predecir y optimizar los procesos físicos involucrados en la generación y transferencia de energía.

### Progresiones:

14. Los cambios de energía y materia en un sistema se pueden rastrear a través de sus flujos hacia, desde y dentro del mismo.
15. Emplear el principio de conservación en el que la energía no se crea ni se destruye, significa que el cambio total de energía en cualquier sistema es siempre igual al total de energía transferida dentro o fuera del sistema.
16. A través del concepto de conservación de la energía es posible describir y predecir el comportamiento de un sistema.
17. La ciencia como un esfuerzo humano para el bienestar, parte 2. Discusión de la aplicación de las ciencias naturales: sobre la generación de energía eléctrica.

...



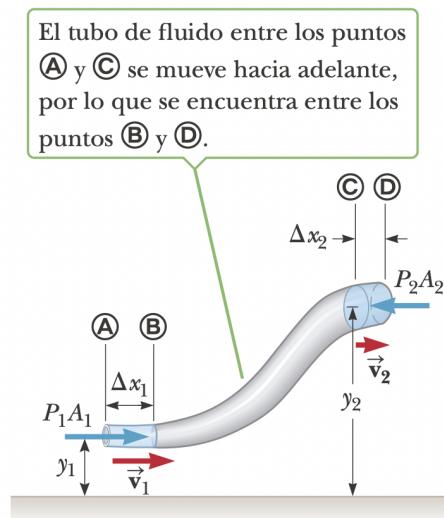
## Práctica Presencial Número 4. Teorema de Bernoulli y Torricelli

### Introducción

El agua sustancia vital para la vida se transporta por medio de los ríos, riachuelos hasta el mar y por tuberías a las diferentes poblaciones para su consumo. La caída de agua desde una cascada impresiona por su belleza y por la cantidad de agua que se vierte sobre un estanque o un río. La hidrodinámica es la parte de la Hidráulica que estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento. Para ello considera la velocidad, la presión, el flujo, el gasto del líquido.

Cuando un fluido se mueve por un tubo de sección transversal y elevación variables, la presión cambia a lo largo del tubo. En 1738 el físico suizo Daniel Bernoulli (1700- 1782) dedujo una expresión que relaciona la presión de un fluido con su rapidez y su elevación. La ecuación de Bernoulli no es una ley independiente de la física; más bien, **es una consecuencia de la conservación de la energía aplicada a un fluido ideal**.

Al deducir la ecuación de Bernoulli, de nuevo se supone que el fluido es incompresible, no viscoso y que fluye de una manera no turbulenta en un régimen permanente.



**Fig. 6.** Por el teorema del trabajo y de la energía, el trabajo hecho por las presiones opuestas  $P_1$  y  $P_2$  es igual a la diferencia en la energía mecánica entre la del fluido que ahora se encuentra entre los puntos C y D y el fluido que antes estaba entre A y B. Imagen tomada de Serway, R. A., Vuille, C. (2018). Fundamentos de Física (10<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. ISBN: 978-607-526-56-6.

Considere el flujo a través de un tubo no uniforme en un tiempo  $\Delta t$ , como el que se muestra en la figura 6. La fuerza sobre el extremo inferior del fluido es  $P_1 A_1$ , donde  $P_1$  es la presión en el extremo inferior. El trabajo realizado sobre el extremo inferior del fluido por el fluido detrás de este es:

$$w_1 = F_1 \Delta x_1 = P_1 A_1 \Delta x_1 = P_1 V$$



Donde  $V$  es el volumen de la región inferior en color azul en la figura. De manera similar, el trabajo realizado sobre el fluido en la parte superior en el tiempo  $\Delta t$  es:

$$w_2 = -P_2 A_2 \Delta x_2 = -P_2 V \quad (9)$$

El volumen es el mismo ya que, de acuerdo con la ecuación de continuidad, el volumen de fluido que pasa a través de  $A_1$  en el tiempo  $\Delta t$  es igual al volumen que pasa por  $A_2$  en el mismo intervalo. El trabajo  $w_2$  es negativo dado que la fuerza sobre el fluido en la parte superior es opuesta a su desplazamiento. El trabajo neto realizado por estas fuerzas en el tiempo  $\Delta t$  es:

$$w_{\text{fluido}} = P_1 V - P_2 V \quad (10)$$

Parte de este trabajo se destina a cambiar la energía cinética del fluido y parte a cambiar la energía potencial gravitacional del sistema fluido-Tierra. Si  $m$  es la masa del fluido que pasa por el tubo en el intervalo de tiempo  $\Delta t$ , entonces el cambio en la energía cinética del volumen de fluido es:

$$\Delta E_K = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (11)$$

Y el cambio en la energía potencial gravitacional es:

$$\Delta E_P = m q y_2 - m q y_1 \quad (12)$$

Debido a que el trabajo neto realizado por el fluido sobre el segmento de fluido que se muestra en la figura 6 cambia la energía cinética y la energía potencial del sistema no aislado, se tiene:

$$w_{\text{fluido}} = \Delta E_K + \Delta E_P \quad (13)$$

Los tres términos en esta ecuación son los que acabamos de evaluar. Sustituyendo las expresiones para cada uno de los términos se obtiene:

$$P_1 V - P_2 V = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 + m q y_2 - m q y_1 \quad (14)$$

Si cada término 14 se divide por  $V$  y además se considera que  $\rho = m/V$ , esta expresión se convierte en:

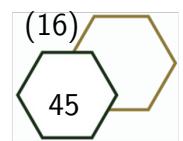
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_2 - \rho g y_1 \quad (15)$$

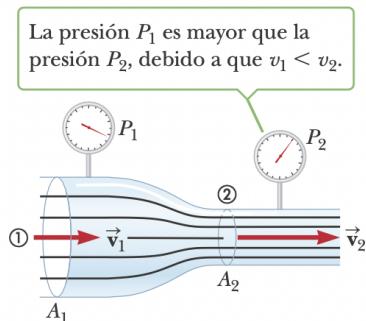
Esta es la ecuación de **Bernoulli**, establece que la suma de la presión  $P$ , la energía cinética por volumen unitario,  $\frac{1}{2} \rho v^2$  y la energía potencial por volumen unitario,  $\rho g y$ , tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.

Una consecuencia importante de la ecuación de Bernoulli se puede demostrar considerando la figura 7, en la que se muestra el agua que fluye a través de un tubo horizontal estrechado, desde una región de área transversal grande hacia una región de área transversal más pequeña. Este dispositivo, que se llama tubo Venturi, se puede usar para medir la rapidez del flujo de un fluido.

Dado que el tubo es horizontal,  $y_1 = y_2$  y la ecuación 14 aplicada a los puntos 1 y 2 resulta:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$





**Fig. 7.** Este dispositivo se puede utilizar para medir la rapidez del flujo de un fluido. Imagen tomada de: Serway, R. A., & Vuille, C. (2018). Fundamentos de Física (10<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. ISBN: 978-607-526-56-6.

## Conocimientos previos

Consulta el material bibliográfico adecuado para contestar cada una de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué estudia la hidrodinámica?

---



---



---

2. ¿Cómo se define flujo?

---



---



---

3. ¿Qué establece el principio de continuidad?

---



---



---

4. ¿Cómo se sostiene un avión en el aire?

---



---



---

## Objetivo

Aplicar experimentalmente los principios de Bernoulli y Torricelli para analizar los efectos de la presión, velocidad y altura en el comportamiento de los fluidos en movimiento, verificando las leyes de



conservación de la energía y su impacto en fenómenos hidrodinámicos, así como entender su aplicación práctica en sistemas hidráulicos y otras tecnologías relacionadas con fluidos.

## Materiales

- Dos esferas de madera
- 2 soportes cónicos
- 3 varillas soporte
- Secadora de cabello\*
- Hilo cáñamo\*
- Franela\*
- 2 pinzas de nuez de doble sujeción
- Manómetro de tubo en U
- Tapón de hule con orificio
- Tubo de vidrio
- Manguera de hule látex
- Cinta adhesiva
- Jeringa
- Pinza de tres dedos
- 1 metro de tubo de PVC sanitario de 2 pulgadas con 3 orificios a diferentes alturas.
- Tapón de PVC de 2 pulgadas
- Regla graduada en milimetros

\* el material marcado tiene que ser proporcionado por cada equipo de alumnos.

## Procedimiento

### Experimento I

1. Ensambla el soporte cónico con la varilla soporte. A continuación, fija una nuez doble al extremo superior de la varilla para formar una estructura en forma de portería utilizando los soportes cónicos.
2. Amarra el hilo de cáñamo a las esferas de madera y suspéndelas del travesaño formado por la varilla soporte. Asegúrate de que las esferas queden colgadas como péndulos, separadas por una distancia adecuada.
3. Enciende la secadora de pelo y dirige el flujo de aire hacia el espacio entre las dos esferas. Observa y registra lo que sucede: Observaciones:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Nota que la separación entre las esferas depende de la velocidad del aire proporcionada por la secadora. Con un poco de práctica, determina la distancia que asegura que las esferas se acerquen debido al efecto Bernoulli.



**Fuente de información:** Harold Cohen, David Horvath, "Two Large-Scale Devices for Demonstrating a Bernoulli Effect," *The Physics Teacher*, 41: 9-11, January 2003.



**Fig. 8.** Esquema del experimento I.

## Experimento II

Para la realización de este experimento observa detalladamente la figura 9.

### 1. Preparación del equipo:

- Inserta el tubo de vidrio en el tapón de hule con orificio, asegurándote de que el tubo no sobresalga del tapón.
- Conecta una manguera de hule al extremo del tubo de vidrio.

### 2. Configuración del manómetro:

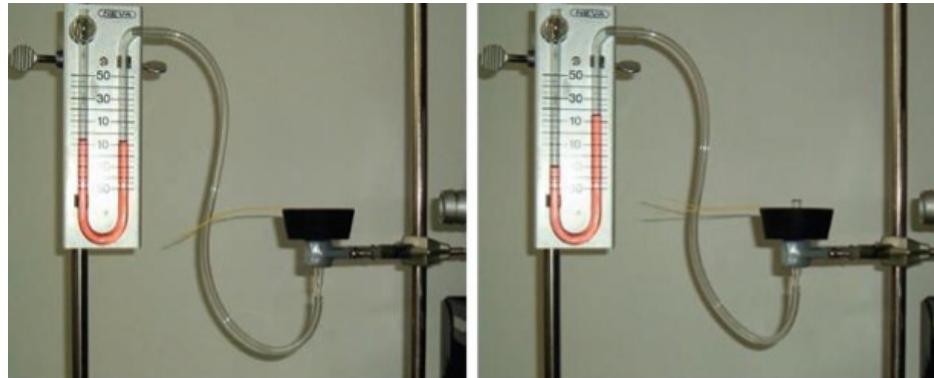
- Llena un manómetro en forma de U con agua hasta alcanzar el nivel cero en la escala. Asegúrate de que ambos extremos tengan el mismo nivel.
- Conecta el otro extremo de la manguera de hule al manómetro.

### 3. Instalación del tapón de hule:

- Adhiere un pequeño trozo de cinta adhesiva sobre la superficie del tapón de hule. Esto permitirá visualizar el flujo de aire.
- Fija el tapón de hule a un soporte cónico con varilla utilizando una pinza de tres dedos.

### 4. Realización del experimento:

- Enciende la secadora de pelo y dirige el flujo de aire sobre el tapón de hule.
- Observa cómo la cinta adhesiva se levanta debido al flujo de aire que pasa sobre el tapón.



**Fig. 9.** Manómetro en forma U para medir presión del aire.

- Registra las observaciones sobre cómo cambia el nivel del agua en el manómetro, lo cual refleja la diferencia de presión en el extremo del tubo respecto a la presión atmosférica.

Registra aquí tus observaciones:

---

---

---

#### 5. Ajuste del experimento:

- Desliza el tubo de vidrio hacia arriba para que sobresalga del tapón de hule.
- Vuelve a dirigir la corriente de aire sobre la superficie superior del tapón.

#### 6. Segunda observación:

- Anota nuevamente lo que ocurre con la cinta adhesiva y los niveles del agua en el manómetro.
- Asegúrate de describir con detalle cada cambio que notes.

Registra aquí tus observaciones:

---

---

---

#### 7. Análisis del experimento:

- Reflexiona sobre lo que está sucediendo en el experimento y describe la relación entre el flujo de aire, la disminución de presión y los cambios en el manómetro.
- Responde:
  - ¿Qué sucede con la presión cuando el flujo de aire pasa sobre el tapón?



- ¿Cómo se refleja esto en el comportamiento de la cinta adhesiva y el manómetro?

Escribe tu explicación aquí:

---

---

---

## Experimento III

### 1. Preparación del equipo:

- Toma el tubo de PVC y limpia cuidadosamente la sección donde están los orificios.
- Asegúrate de que el tubo esté colocado en posición vertical y que en la base tenga un tapón para evitar que el agua salga por ese extremo.
- Tapa los orificios con cinta adhesiva para evitar que el agua escape durante el llenado.

### 2. Ejecución del experimento:

- Llena completamente el tubo con agua hasta alcanzar el nivel máximo.
- Retira de un tirón la cinta adhesiva que cubre los orificios y observa cómo es la salida del agua por cada uno de ellos.
- Identifica visualmente en cuál de los orificios el agua sale con mayor velocidad.

### 3. Medición de alturas:

- Mide la altura que hay entre cada orificio y el nivel de la superficie libre del agua cuando el tubo está lleno.
- Registra las alturas correspondientes para los tres orificios.

### 4. Determinación de presión hidrostática:

- Calcula la presión hidrostática en Pascales (Pa) para cada uno de los tres orificios usando la ecuación:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

donde:

- $P$ : Presión hidrostática en Pascales.
- $\rho$ : Densidad del agua ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ).
- $g$ : Aceleración gravitacional ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- $h$ : Altura desde la superficie libre del agua hasta el orificio.

### 5. Aplicación del Teorema de Torricelli:





- Usa la expresión matemática del Teorema de Torricelli para calcular la magnitud de la velocidad de salida del agua ( $v$ ) en cada orificio:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

donde:

- $v$ : Velocidad de salida del agua en m/s.
- $g$ : Aceleración gravitacional ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ).
- $h$ : Altura desde la superficie libre del agua hasta el orificio.

6. Llena la siguiente tabla con los datos correspondientes.

Número de orificio	Altura del orificio ( $h$ / m)	Presión hidrostática ( $P$ / Pa)	Velocidad ( $v$ / m/s) del fluido
orificio 1			
orificio 2			
orificio 3			

#### 7. Análisis y preguntas:

- Responde las siguientes preguntas basándote en tus resultados:

a) ¿En cuál de los tres orificios es mayor la presión hidrostática y por qué?

---



---



---

b) ¿En cuál de los tres orificios es mayor la magnitud de la velocidad de salida del agua?

---



---



---

c) ¿Comprobaste el Teorema de Torricelli? Explica tus observaciones.

---



---



---

#### Conclusión

---



---



---



---



---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Imágenes

## Bibliografía



## Práctica Virtual Número 5. Presión de Fluidos

### Conocimientos previos

Investiga cada uno de los siguientes conceptos:

1. **Presión de un fluido:**

---

---

---

2. **Densidad de un fluido,  $\rho$ :**

---

---

---

3. **Relación de la presión de un fluido con la profundidad:**

---

---

---

### Objetivo

Analizar experimentalmente, mediante el uso de un simulador interactivo, cómo la presión en un fluido depende de factores como su densidad, la profundidad y la altura del fluido en el recipiente, trabajando con tres fluidos de diferentes densidades (agua, gasolina y miel) para comprender la relación entre estos parámetros y aplicar los principios de la hidrostática.

### Procedimiento

Para la realización de esta práctica, puedes visualizar un video que explica cómo manipular el simulador haciendo clic en la palabra **video** y luego acceder al simulador haciendo clic en la palabra **aquí**. La apariencia del simulador se muestra en la figura 10.

#### Actividad 1

1. Una vez dentro del simulador selecciona el apartado de "Presión".
2. Llena el recipiente con agua seleccionando este fluido desde el menú desplegable.

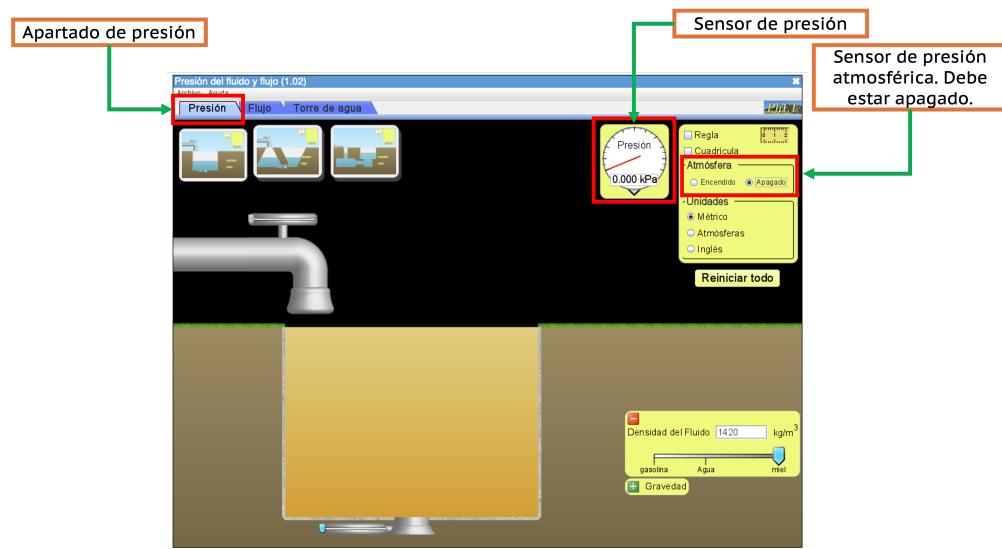


Fig. 10. Página principal del simulador para la presión de un fluido.

3. Coloca el sensor de presión en la superficie del agua y registra el valor mostrado, asegurándote de que la profundidad sea 0 m.
4. Aségurate de que el sensor en la sección **Atmósfera**, que se encarga de añadir la presión atmósferica a las mediciones de presión, se encuentre apagado.
5. Ajusta el sensor de presión a una profundidad de 1 m:
  - Arrastra el sensor hacia abajo hasta alcanzar 1 m de profundidad.
  - Observa y anota el valor de presión indicado.
6. Repite el procedimiento para profundidades de 2 m y 3 m, registrando los valores correspondientes en la tabla:

Profundidad (m)	Presión (Pa)
0	
1	
2	
3	

7. Analiza los resultados y responde:

- ¿Cómo cambia la presión conforme aumenta la profundidad?

---

---

---



## Atividad 2

1. Llena el recipiente completamente con agua.
2. Coloca el sensor de presión a 2 m de profundidad y registra el valor en la tabla.
3. Cambia el fluido del recipiente a gasolina:
  - Vacía el recipiente y selecciona gasolina como fluido.
  - Coloca nuevamente el sensor a 2 m de profundidad y registra el valor.
4. Cambia el fluido del recipiente a miel:
  - Vacía el recipiente y selecciona miel como fluido.
  - Coloca el sensor a 2 m de profundidad y anota la presión.
5. Completa la tabla:

Fluido	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Presión a 2 m (Pa)
Agua	1000	
Gasolina	700	
Miel	1400	

6. Analiza y responde:

- ¿Qué relación observas entre la densidad del fluido y la presión registrada?

---



---



---

- ¿Por qué un fluido más denso genera mayor presión?

---



---



---

## Actividad 3

1. Llena el recipiente con agua y ajusta el nivel del fluido a una altura de 2 m.
2. Coloca el sensor de presión en la base del recipiente y registra el valor.
3. Reduce la altura del fluido a 1 m:
  - Baja el nivel del fluido y coloca nuevamente el sensor en la base para registrar la presión.
4. Cambia el fluido a gasolina:



- Llena el recipiente hasta 2 m y mide la presión en la base.
  - Reduce la altura a 1 m y mide nuevamente.
5. Cambia el fluido a miel:
- Llena el recipiente hasta 2 m y registra la presión en la base.
  - Reduce la altura a 1 m y mide nuevamente.
6. Completa la tabla:

Fluido	Altura del fluido (m)	Presión en la base (Pa)
Agua	2	
Agua	1	
Gasolina	2	
Gasolina	1	
Miel	2	
Miel	1	

## Cuestionario

Analiza y responde:

- ¿Cómo afecta la altura del fluido a la presión en la base del recipiente?

---

---

---

- ¿Por qué un fluido con mayor altura genera mayor presión en la base?

---

---

---

- Comparando los tres fluidos, ¿qué observas sobre la relación entre densidad, altura y presión?

---

---

---



Universidad Autónoma  
del Estado de México

Dirección de Estudios de Nivel Medio Superior  
Manual de Prácticas de Laboratorio • Física I  
CBU 2024



## Conclusiones

---

---

---

---

## Imágenes

## Bibliografía