



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios

Dirección Académica e Innovación Educativa

Subdirección de Innovación Académica

Departamento de Planes, Programas y Superación Académica

---

Anexos para Aprendizajes Esenciales

**FÍSICA II**





## Presentación.

Este cuadernillo tiene como finalidad de apoyar a aquellos estudiantes que por la necesidad de protegerse de la pandemia generada por el COVID 19, están en sus hogares y no pueden asistir normalmente a clases presenciales a sus aulas, así como también, a aquellos que no cuentan con las herramientas tecnológicas para seguir a través de internet, las clases virtuales, la consulta de videos y la entrega de los documentos que como evidencia deben presentar para comprobar su trabajo en casa.

Este cuadernillo contiene, los Aprendizajes Esperados mínimos que un estudiante de el Nivel Medio Superior y en especial del Bachillerato Tecnológico deben dominar, ya que se encuentran apegados a los programas actualizados y validados por la Reforma Curricular, así como fueron elaborados por docentes de la Academia Nacional de Física, los cuales hicieron un gran esfuerzo para trabajar en forma colaborativa y desde sus respectivos hogares, para que tu alumno cuentes con material suficiente y adecuado para que logres una adecuada preparación para tu vida profesional.

Otro propósito es contribuir a lograr que las alumnas y los alumnos desarrollen su capacidad de **aprender a aprender** y que, de una manera amena e interesante construyan su aprendizaje de acuerdo con los Aprendizajes Esenciales que se abordaran en la asignatura de Física II.

El estudio de la Física en el nivel medio superior tiene como propósito el acercar a los estudiantes a los conocimientos, principio, leyes y teorías que proporciona esta ciencia y que rigen a los fenómenos físicos naturales. De tal manera, que al aplicarlos pueda de manera científica, explicar el porque de los múltiples fenómenos que acontecen en su entorno, y más aún, se pretende el que dé un salto del saber al saber hacer y saber pensar, fortaleciendo así el desempeño sobre el saber, con una plena conciencia cívica y ética de las consecuencias de sus acciones.

Lo anterior se logra educando a los estudiantes bajo un enfoque de competencias y lograr así una integración plena entre el ambiente, el ser humano y su entorno social. Pretender educar bajo competencias no solo incluye conocimientos que se aplican en la vida diaria del estudiante, sino también generar una cultura científica y humanista que dé sentido y articule los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas.

Este cuadernillo esta elaborado para cumplir tres temas en general: 1) La materia y sus propiedades; 2) La Hidráulica y 3) Termodinámica.

En el Tema de propiedades de la materia, se inicia por los Estados de agregación de la materia, sin embargo, para abordar este tema en particular se debe tener los conocimientos previos de los que es la materia, su estructura y clasificación, así como sus propiedades generales, particulares y específicas; aunque algunos científicos las dividen en Extensivas e Intensivas. De igual manera, para los siguientes subtemas, se deberán centrar en la propiedad de la elasticidad de los cuerpos y de esta manera poder





aplicar los módulos de la elasticidad, la Ley de Hooke y el módulo de Young, determinando con esto el límite elástico de los cuerpos.

Para el tema de la Hidráulica, se iniciará con la investigación de las características de los líquidos, sus propiedades y leyes que los rigen, principalmente el concepto de presión, ya que con este iniciaremos con la aplicación de los Principios de Pascal y de Arquímedes y la flotación de los cuerpos. Posteriormente, se analizarán las aplicaciones de la Hidrodinámica y los conceptos de gasto, flujo y la ecuación de continuidad para con ello poder aplicar los principios de Bernoulli y Torricelli.

En el tercer tema de la Termodinámica, se analizará la diferencia existente entre calor y temperatura, de distinguirá las diferentes escalas de temperatura y la conversión de unidades entre ellas, cuales son las unidades para medir el calor; investigar sobre la capacidad calorífica, el calor específico y el calor latente de los cuerpos, calculando la cantidad de calor que requieren los cuerpos para aumentar su temperatura sin que exista un cambio de estado de agregación y posteriormente realizar los cálculos para calcular la cantidad de calor que requiere un cuerpo para aumentar o disminuir la temperatura existiendo cambios de estado de agregación de la materia. Por último, se analizarán las leyes de los gases, aplicaciones y consideraciones prácticas.

En si, este cuadernillo de Física II, es el resultado de un trabajo colectivo, de la Academia Nacional de Física, a través de la transmisión de experiencias, opiniones y sobre todo comunicación, y el propósito fundamental es contribuir al desarrollo de los cuatro pilares de la educación y también contribuir al desarrollo de nuestros jóvenes estudiantes que por situaciones naturales no pueden asistir a las aulas a recibir su educación.

Los docentes de Física y miembros de la Academia Nacional nos sentimos orgullosos de nuestros educandos y de las ganas que tienen por aprender, por eso los conminamos a que sigan aprendiendo en su casa y que las dudas que tengan no titubeen en preguntar, siempre habrá un compañero, o un maestro dispuesto a resolverlas.

Animo y que pronto nos podamos ver en nuestras aulas.

ACADEMIA NACIONAL DE FÍSICA





## Tabla de contenido

<b>1. Estados de agregación de la materia.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Ley de Hooke .....</b>	<b>20</b>
<b>3. Módulo de Young ó módulo de elasticidad longitudinal.....</b>	<b>30</b>
<b>4. Principio de Pascal .....</b>	<b>36</b>
<b>5. Principio de Arquímedes.....</b>	<b>49</b>
<b>6. Ecuación de Continuidad .....</b>	<b>52</b>
<b>7. Teorema de Bernoulli.....</b>	<b>65</b>
<b>8. Teorema deTorricelli .....</b>	<b>77</b>
<b>9. Escalas de Temperatura .....</b>	<b>82</b>
<b>10. Calor.....</b>	<b>87</b>
<b>11. Leyes de los gases .....</b>	<b>99</b>



## 1. Estados de agregación de la materia.

Colaboración: Guerrero – Tamaulipas - Jalisco

**Aprendizaje esperado 1: Identificará las características de la materia.**

**¿A qué llamamos materia?**

La materia es la sustancia física del Universo, es cualquier cosa que tiene masa y ocupa un espacio.



Al tocar un cuerpo notamos mediante nuestros sentidos que es firme porque soporta la presión que se ejercemos sobre ella (vaso de vidrio) o que es blando por la facilidad de deformarse (una esponja), etc. La materia presenta características que la distinguen.



Aquellas propiedades que presentan los cuerpos sin distinción reciben el nombre de propiedades **Generales**, algunas de estas propiedades reciben el nombre de propiedades **Extensivas**, ya que su valor depende de la cantidad de materia, tal es el caso de la masa, peso, el volumen, la inercia, etc.

- **Extensión.** Se refiere al espacio que ocupa un cuerpo.
- **Masa.** La cantidad de materia contenida en un cuerpo.
- **Peso.** Representa la fuerza gravitacional con la que es atraída la masa de dicho cuerpo.
- **Inercia.** Es la oposición que presentan los cuerpos a variar del estado de reposo o movimiento.
- **Energía.** Es una propiedad que caracteriza la interacción de los componentes de un sistema físico que tiene la capacidad de realizar un trabajo.

Las propiedades que permiten distinguir una sustancia de otra se le conoce como **Intensivas**, su valor es independiente de la cantidad de materia, éstas pueden ser:



**Físicas.** Son las características visibles propias de la materia.

- **Densidad.** Se define como el cociente que resulta de dividir la masa de una sustancia dada entre el volumen que ocupa.
- **Punto de fusión.** Es la temperatura a la cual una sustancia sólida comienza a licuarse estando en contacto íntimo con el estado líquido resultante que se encontrará a la misma temperatura.
- **Solubilidad.** Es la capacidad de una sustancia o un cuerpo al combinarse con un líquido.
- **Módulo de Young.** Parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica la fuerza.
- **Organolépticas.** Se refiere a que se perciben mediante los sentidos.

**Químicas.** Se refiere al comportamiento de las sustancias al combinarse con otras y a los cambios en su estructura interna como consecuencia de los efectos de diferentes tipos de energía.

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Identifica las características de la materia por medio de tus experiencias cotidianas y de los estudios que has realizado hasta ahora.	Cuestionario	

1. ¿Cómo clasificarías las características de la materia con ejemplos de tu entorno?
2. ¿Es posible identificar una materia de otra, sólo con los sentidos?
3. Cuando el agua se congela se expande ¿Cómo sería la densidad del hielo comparada con la del agua?
4. ¿Qué relación encuentras entre los átomos y la materia?
5. Según tu experiencia ¿es posible cambiar el estado de la materia modificando las condiciones ambientales?
6. Según tu experiencia ¿cómo sabes cuándo un objeto es más denso que otro?
7. De los objetos que usas cotidianamente, escoge tres y describe sus características. Ilústralo.
8. ¿Cómo piensas que se comporte la densidad de un cuerpo al reducir su volumen?



**Evaluación**

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES	PONDERACIÓN
Responde a todas las preguntas				
Vincula experiencias propias en sus respuestas				

Puntaje total: \_\_\_\_\_





**Aprendizaje esperado 2: Determinará el estado de agregación en el que se encuentre la materia e interpreta los efectos que sufre la materia cuando es sometido a variación en los factores físicos circundantes.**

### ¿Qué estados de materia conoces?

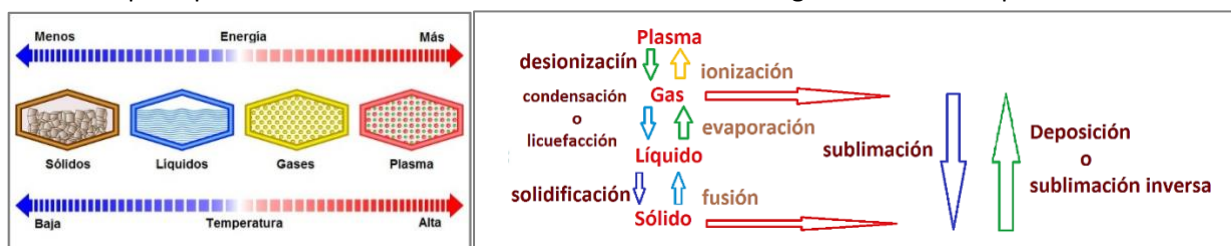
Generalmente decimos que tres: sólido, líquido y gaseoso, sin embargo, hay algunos otros como el plasma. Otros no son naturales como el caso del Condensado de Bose Einstein llamado también el quinto estado de agregación de la materia.

Existe una correlación entre los tres estados de agregación que tienen que ver con los fenómenos que ocurren en nuestro planeta y es la transición de un estado a otro, es decir, los cambios de estado de agregación de la materia.

En la física y en la química se observa que, para cualquier sustancia, modificando sus condiciones de temperatura o presión, pueden obtenerse distintos estados o fases, denominados estados de agregación de la materia, en relación con las fuerzas de unión de las partículas que la constituyen.

### ¿Cómo se producen estos diferentes estados de la materia?

Para entender estos procesos de cambio es necesario hablar de la Teoría Cinético Molecular, uno de los conceptos básicos de la teoría se refiere a que los átomos y moléculas están en movimiento constante, mientras más energía hay mayor es el movimiento molecular y la temperatura percibida. Un punto importante es que la cantidad de energía que tienen los átomos (y por consiguiente la cantidad de movimiento) influye en su interacción. Muchos átomos se atraen entre sí como resultado de varias fuerzas intermoleculares como: lazos de hidrógeno, Fuerzas de Van Der Waals y otras. Los átomos que tienen relativamente pequeñas cantidades de energía (y movimiento) interactuarán fuertemente entre sí, mientras que aquellos con relativamente altas cantidades de energía interactuarán poco.

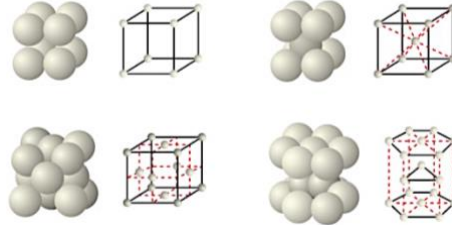


### Sólidos

Los átomos que tienen poca energía interactúan mucho y tienden a “encerrarse” y no interactúan con otros átomos. Estos átomos se mantienen en movimiento, pero es sólo vibracional y las moléculas se mantienen fijas vibrando unas al lado de otras. Por consiguiente, colectivamente estos átomos forman una sustancia dura, lo que llamamos sólido.

Las sustancias en estado sólido suelen presentar algunas de las siguientes características:

- Cohesión elevada
- Forma definida
- A efectos prácticos son incompresibles
- Resistencia a la fragmentación
- Fluidez muy baja o nula
- Algunos de ellos se subliman



## Líquidos

Los líquidos se forman cuando la energía (usualmente en forma de calor) de un sistema aumenta y la estructura rígida del estado sólido se rompe. Aunque en los líquidos las moléculas pueden moverse y chocar entre sí, se mantienen relativamente cerca. Usualmente, en los líquidos las fuerzas intermoleculares (tales como los lazos de hidrógeno) unen las moléculas que en seguida se rompen. A medida que la temperatura de un líquido aumenta, la cantidad de movimiento de las moléculas individualmente también aumenta. Como resultado éstos pueden circular para tomar la forma del contenedor, pero no pueden ser fácilmente comprimidos. Tienen forma indefinida, pero volumen definido.

Las sustancias en estado líquido suelen presentar las siguientes características:

- Cohesión menor
- Poseen movimiento de energía cinética
- En el frío se contrae



## Gases

Los gases se forman cuando la energía de un sistema excede todas las fuerzas de atracción entre moléculas, así interactúan poco, chocando casi ocasionalmente. En este estado las moléculas se mueven rápidamente y son libres de circular en cualquier dirección, extendiéndose en grandes espacios. A medida que la temperatura aumenta, la cantidad de movimiento de las moléculas individuales aumenta, los gases se expanden para llenar los contenedores donde se encuentren y tienen una densidad baja. Debido a que las moléculas individuales están ampliamente separadas los gases pueden ser comprimidos y tienen forma indefinida.

Las sustancias en estado gaseoso suelen presentar las siguientes características:

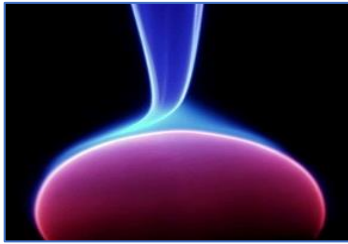
- Cohesión nula
- No tienen forma definida
- Su volumen es variable



Los sólidos, líquidos y gases son los estados que existen de manera más común en nuestro planeta.



## Plasma



La materia en estado plasmático se caracteriza por que sus partículas están cargadas eléctricamente y no poseen un equilibrio electromagnético. Se forman bajo condiciones de alta temperatura al ionizarse con sus átomos y moléculas. Tienen tanta energía que los electrones exteriores se colisionan y son violentamente separados en átomos individuales, formando así un gas de iones altamente cargados y energizados; por lo que se comportan de manera diferente a los gases y son el cuarto estado de la

materia.

En la baja atmósfera terrestre, cualquier átomo que pierde un electrón (cuando es alcanzado por una partícula cósmica rápida) se dice que está ionizado. En la atmósfera solar, una gran parte de los átomos están permanentemente ionizados por estas colisiones y el gas se comporta como un plasma. Tienen la particularidad de conducir la electricidad y son fuertemente influidos por los campos magnéticos.

## Condensado de Bose-Einstein

Esta nueva forma de materia fue obtenida el 5 de julio de 1995, por los físicos Eric A. Cornell, Wolfgang Ketterle y Carl E. Wieman, por lo que fueron galardonados con el premio Nobel de física. Los científicos lograron enfriar los átomos a temperatura 300 veces más baja de lo que se había logrado. Se le ha llamado “BEC, Bose-Einstein Condensado” y es tan frío y denso que aseguran que los átomos quedan inmóviles.

## Condensado de Fermi

Creado en la Universidad de Colorado por primera vez en 1999, el primer condensado de Fermi formado por átomos fue creado en 2003. Es considerado el sexto estado de la materia, adquiere superfluidez, se crea a muy bajas temperaturas, extremadamente cerca del cero absoluto.



## Cambios de estados de agregación de la materia.

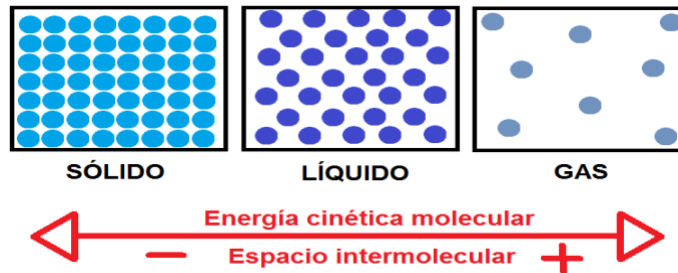
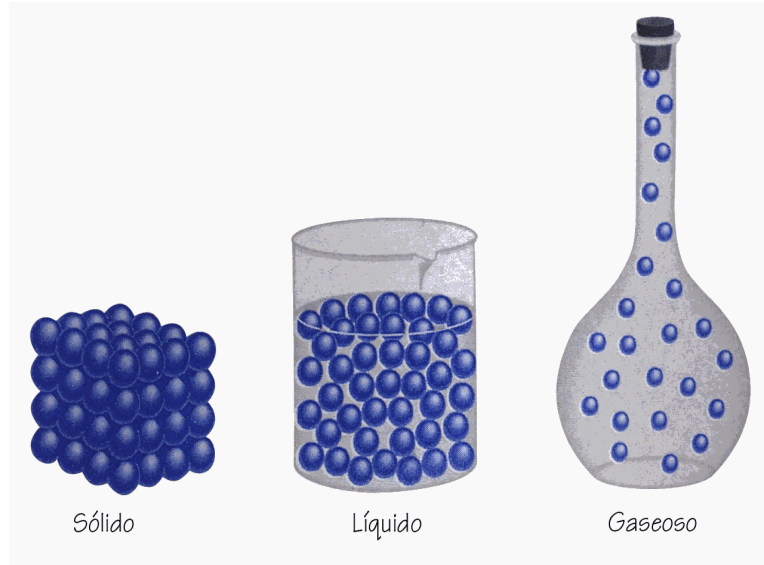
Cuando se habla de cambios de estado de agregación de la materia, hay que tener presente que cada sustancia cambia de estado a valores específicos de temperatura y de presión. De hecho, la temperatura a la que ocurre un cambio de estado es una característica específica de cada sustancia.

Estos cambios son:

- Sublimación
- Vaporización
- Condensación
- Solidificación
- Fusión
- Sublimación inversa (sublimación regresiva o deposición)

El agua es el líquido más abundante en la naturaleza, es la única sustancia conocida que puede existir en estado gaseoso, líquido y sólido dentro de un rango pequeño de temperatura y presión en la Tierra.

En la figura del lado derecho puedes observar un modelo que representa como están ordenadas las moléculas dentro cada estado de agregación, y claro en el agua no es la excepción, puedes observar en cada uno como el espacio que existe entre moléculas es diferente, en el sólido es casi nulo, mientras que en el líquido el espacio les permite el libre movimiento y llegando al sólido podríamos decir que hay caos entre ellas, ya que se mueven con mucha libertad, ocupando todo el espacio disponible.





ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
<p>Considera las siguientes preguntas: ¿qué es la materia? ¿cuáles son los estados de agregación de la materia?, ¿cómo son los movimientos moleculares en los diferentes estados de la materia? y ¿cuáles son los factores físicos que intervienen en los cambios de estado? ¿Cómo piensas que se relacionan los cambios de estado de agregación de la materia con el Cambio Climático? Argumenta tus respuestas</p>	<p>Argumentación</p>	

Argumentación



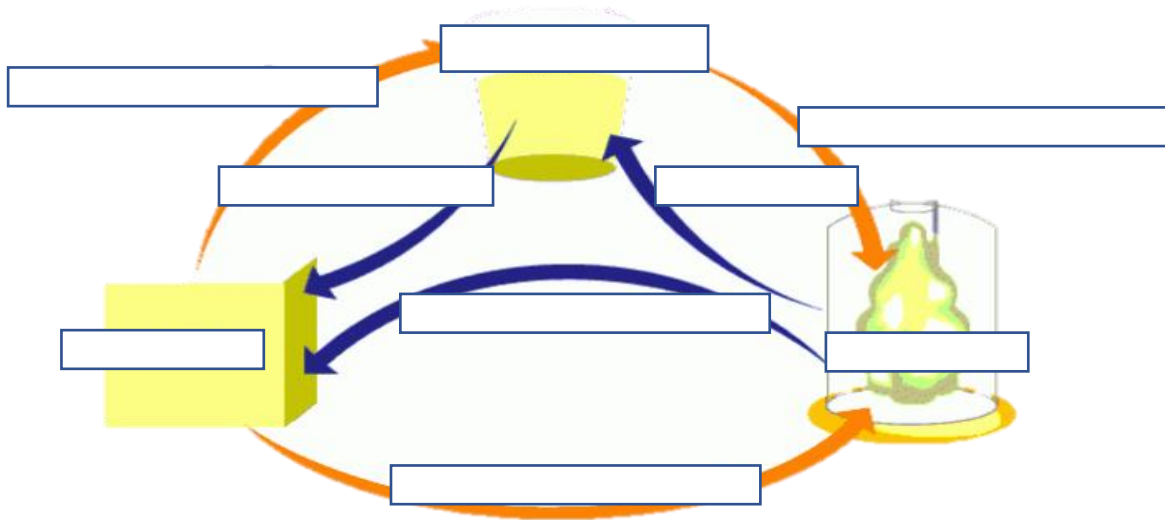
**Evaluación**

CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES	PONDERACIÓN
Considera las preguntas propuestas				
Argumenta sus respuestas				

Porcentaje total: \_\_\_\_\_



ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Completa el diagrama siguiente anotando dentro de los recuadros los nombres de los cambios de agregación de la materia, así como de los estados de agregación de la materia que son ilustrados.	Diagrama	



Evaluación

Criterio	Si	No	Observaciones	Porcentaje
Identifica la fusión				2
Identifica la Vaporización				2
Identifica la solidificación				2
Identifica la Licuación				2
Identifica la Sublimación inversa				3
Identifica la Sublimación				3
Identifica los estados de la materia				1

Porcentaje total \_\_\_\_\_



## La Evaporación y condensación del agua dulce y salada

Material: Centro Mario Molina

El agua es el líquido más abundante en la naturaleza, es la única sustancia conocida que puede existir en estado gaseoso, líquido y sólido dentro de un rango pequeño de temperatura y presión en la Tierra. Químicamente está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. A temperatura ambiente, el agua es un líquido inodoro e insípido que hierve aproximadamente a 100 °C, de esta manera pasa a estado gaseoso o vapor y se congela alrededor de los 0 °C pasando a estado sólido. El sólido tiene una forma y volumen definido, el líquido adopta la forma del recipiente en el que se encuentra, pero tiene un volumen propio, y finalmente el gas adopta la forma del recipiente que lo contiene y no tiene volumen propio. Estas diferencias se deben al espacio que hay entre las moléculas. En el caso de los sólidos, las moléculas están muy cercanas porque están fuertemente unidas entre sí, a diferencia de los líquidos cuyas moléculas se unen con menor fuerza y la distancia entre ellas aumenta. La fuerza que une a las moléculas de los gases es mínima, lo cual origina que el espacio entre ellas sea mayor. Cabe señalar que hay otro estado de la materia denominado plasma, estado equivalente a un gas, pero con carga eléctrica (ionizado).

El ciclo del agua es fundamental para que haya vida en la Tierra y es posible gracias a que la temperatura promedio del planeta no es demasiado fría ni caliente, de modo tal que el agua está en su mayoría en el estado líquido. De otra forma toda el agua estaría en su estado sólido y el planeta sería una gran bola de hielo, o estaría toda evaporada y, con ello la gran mayoría de los seres vivos de la Tierra no existirían.

El ciclo del agua consiste en los siguientes pasos (ver figura 1):

1. El agua líquida sobre la superficie de la Tierra se evapora con la radiación del Sol y se mezcla en el aire. A la evaporación del agua de los ríos, mares, lagos y océanos hay que agregar la transpiración vegetal. Esta consiste en la pérdida de agua de las plantas por medio de evaporación en las hojas.
2. Tras evaporarse y estar flotando en el aire se condensa y forma las nubes.
3. La presencia de partículas en la atmósfera fomenta la condensación del agua en pequeñas gotas de agua y cuando la cantidad de agua condensada sobrepasa un límite entonces llueve. La saturación en las nubes es tanta que su peso provoca que caiga hacia la superficie terrestre en forma de lluvia, proceso denominado precipitación. Cabe señalar que, si la temperatura dentro de la nube es menor a 0 °C, el agua se solidifica y, por ende, graniza o nieva.
4. Una porción de agua de lluvia es absorbida por la superficie terrestre y utilizada por los seres vivos, animales y vegetales. Para el caso de la nieve, en las estaciones de calor una fracción de ella se derrite y o se reincorpora a los océanos, o forman ríos y arroyos. En cualquiera de los casos una porción del agua se escurre hacia los mantos acuíferos o se vuelve a evaporar y así se inicia nuevamente el ciclo.



Dada la importancia del ciclo del agua, en esta práctica a partir de un experimento sencillo que se puede llevar a cabo en el salón de clases, se estudiará la evaporación del agua. Además, se observarán los efectos que la salinidad del agua provoca en la evaporación (como es el caso de la evaporación del agua de mar y los océanos).

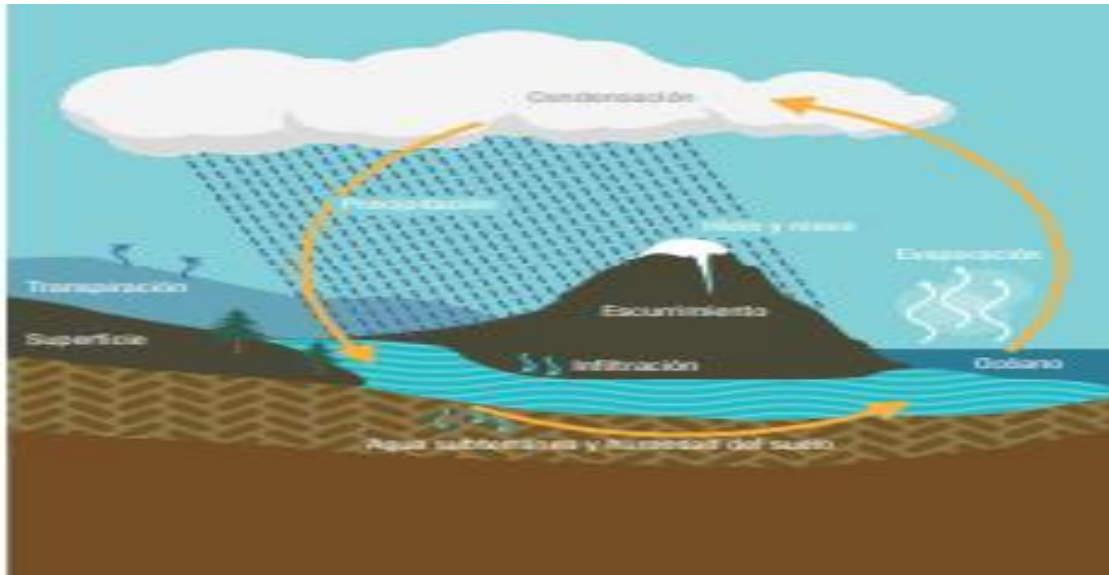


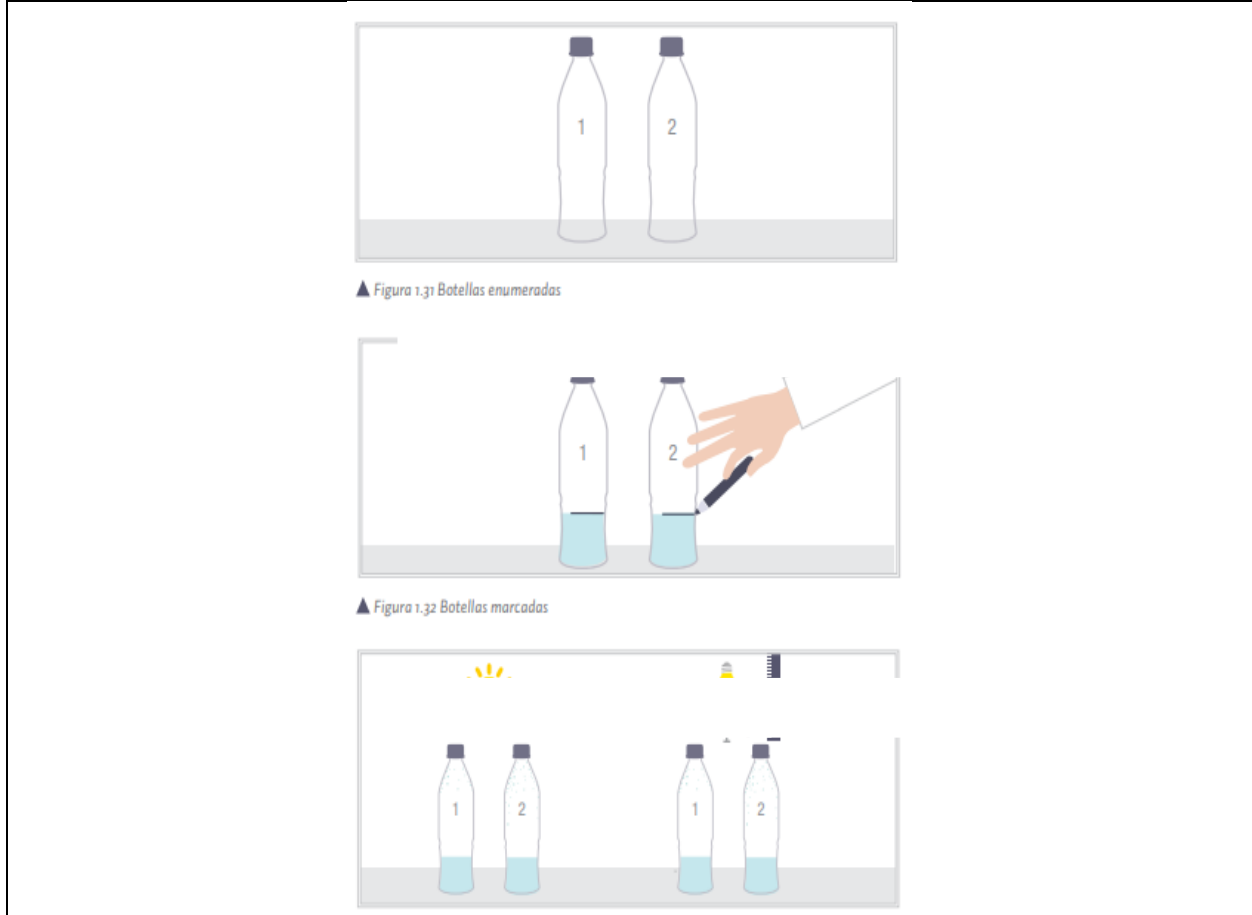
Fig.1

Debido a que el clima es el resultado de la interacción de diversos elementos y factores atmosféricos como la lluvia, el viento, la vegetación, las nubes, la altitud, los cuerpos de agua y el relieve, es importante llevar a cabo una actividad en la que además de entender el ciclo del agua se analice los efectos que la salinidad del agua provocaría en el planeta.

Material Centro Mario Molina



ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Práctica experimental. Evaporación y condensación del agua dulce y del agua salada	Reporte de Práctica	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>ACTIVIDAD 4</b></p> <p><b>Objetivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentar cuáles son las etapas del ciclo del agua.</li> <li>• Analizar el proceso de evaporación y condensación del agua dulce, comparándolo con el del agua salada.</li> </ul> <p><b>Materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos botellas iguales, usadas de plástico de aproximadamente 355 ml</li> <li>• Una cuchara cafetera de plástico</li> <li>• Un recipiente de aluminio para introducir en él las dos botellas de plástico</li> <li>• Agua de la llave</li> <li>• Sal de mesa</li> <li>• Marcador</li> <li>• Una regla</li> <li>• Una taza medidora de cocina</li> <li>• Una hoja de papel para hacer un embudo</li> </ul> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retirar las etiquetas de las botellas. En caso necesario, lavar y secar las botellas. En seguida enumerarlas.</li> <li>2. Añadir dos cucharaditas no muy copeteadas de sal por cada 100 ml de agua a una de las botellas y agitar suavemente para que la sal se disuelva.</li> <li>3. Agregar la misma cantidad de agua a la otra botella. Marcar con el plumón la línea del nivel de agua en ambas botellas.</li> <li>4. Tapar bien las botellas. Colocar ambas botellas al sol. Si no hay sol cerca de una lámpara o foco (con cuidado).</li> <li>5. Sigue las indicaciones, observa y registra.</li> </ol> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p><b>MATERIALES</b></p> <p>Una hoja de papel para hacer un embudo</p> <p>Taza medidora</p> <p>regla</p> <p>marcador</p> <p>botellas de plástico de 330 mL aprox.</p> <p>cuchara de plástico</p> <p>sal de mesa</p> <p>recipiente de aluminio</p> <p>agua pura</p> </div> </div>		



### Para el registro y reporte de observaciones

Observa cuidadosamente los cambios que se dan en cada botella durante 30 minutos. Mientras esto sucede, responder individualmente las siguientes preguntas.

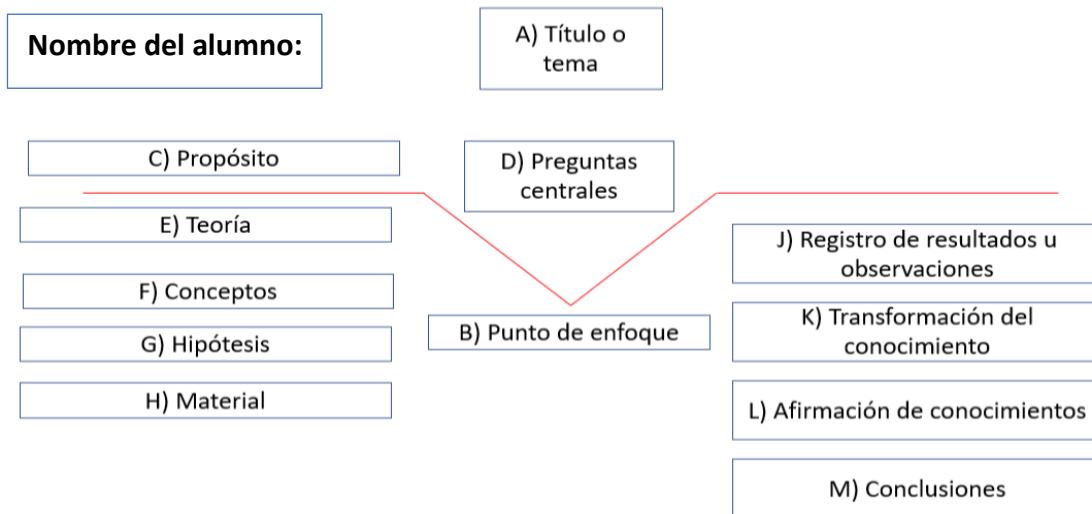
- Menciona que cambio de fase de agua se está llevando a cabo mientras el Sol calienta el agua.  
Cambio de fase: \_\_\_\_\_
- Para la botella con agua dulce, indica si ha disminuido el nivel del agua tras 30 minutos. Altura tras 5 minutos: \_\_\_\_\_ Altura tras 10 minutos: \_\_\_\_\_
- Para la botella con agua salada, indica si ha disminuido el nivel del agua tras 30 minutos y comparar si descendió más o menos que en la otra botella.  
Altura tras 5 minutos: \_\_\_\_\_ Altura tras 10 minutos: \_\_\_\_\_
- ¿En qué botella queda menos agua líquida después de los 30 minutos?  
Botella con menos agua: \_\_\_\_\_

Pasados los 30 minutos en que las botellas están bajo el sol, coloca las 2 botellas a la sombra. Observa los cambios que se dan en cada botella por un periodo de 5 minutos. Mientras las botellas se están enfriando, responder individualmente las siguientes preguntas.



- a. Menciona qué cambio de fase del agua se está llevando a cabo mientras las botellas se enfrían. Cambio de fase: \_\_\_\_\_
- b. ¿Cuál de las dos botellas se empañó más?  
Altura tras 5 minutos: \_\_\_\_\_ Altura tras 10 minutos: \_\_\_\_\_
- c. Para la botella con agua salada, indica cuántos centímetros ha disminuido el nivel del agua tras 5 y 10 minutos.  
Altura tras 5 minutos: \_\_\_\_\_ Altura tras 10 minutos: \_\_\_\_\_
- d. ¿En qué botella queda menos agua tras los 10 minutos?  
Botella con menos agua: \_\_\_\_\_

**Reporte de Práctica Experimental mediante técnica UVE. Consulta el anexo 2**



**Resultados de la Práctica Experimental**

Se reflexiona lo ocurrido en ambas botellas y responder el siguiente cuestionario.

ACTIVIDAD 5	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Completa el cuestionario siguiente de acuerdo con las observaciones de la práctica de Evaporación y condensación del agua dulce y del agua salada.	Cuestionario	

¿Cómo es que la salinidad afecta la evaporación y la condensación?

Evaporación:	
Condensación:	



Si lo que ocurrió en ambas botellas sucediera en la naturaleza, ¿en cuál de los dos casos se tendrían lluvias más intensas? \_\_\_\_\_

En la fig. 1 se indican los mares y océanos de baja salinidad (indicado por los tonos violeta, azul, y verde) y los de alta salinidad (indicados por los tonos amarillo, naranja y rojos). Ejemplos de baja salinidad son: el océano Pacífico, el océano Antártico, y el mar Caribe. Ejemplos de alta salinidad son: el Golfo de México, el océano Atlántico, el Mediterráneo y el mar Muerto.

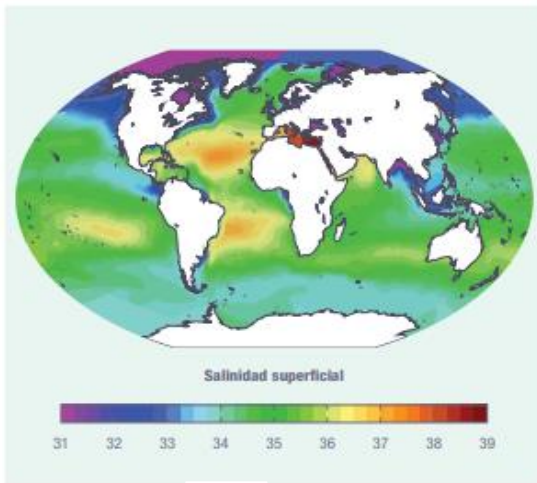


Fig.1

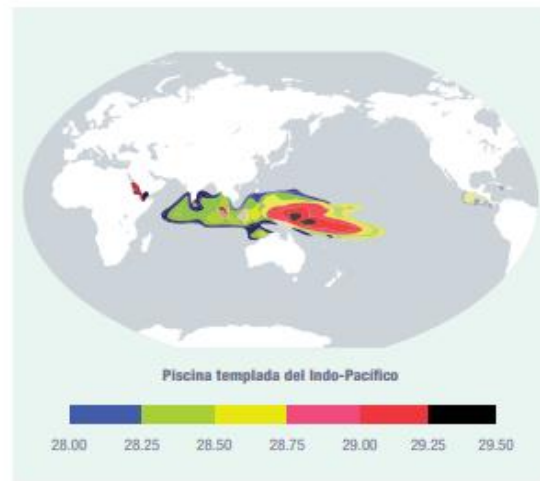


Fig.2

El derretimiento de los glaciares hace que incremente la cantidad de agua dulce en el mar y los océanos que se encuentran a su alrededor, y con ello la salinidad marítima de estas aguas saladas disminuye.

- ¿Debido a la salinidad en dónde habrá lluvias más intensas, en mares y océanos poco salados, o en los altamente salados? \_\_\_\_\_
- ¿Qué podrías concluir sobre la salinidad de esta región? \_\_\_\_\_
- ¿concuera con lo indicado en la figura 1? \_\_\_\_\_

En la figura 2 se muestra la “alberca indo-pacífica”. Ésta es la mayor fuente de vapor de agua en la atmósfera, y la región de mayor precipitación pluvial en la Tierra. ¿Qué cambios se darían en el ciclo del agua, si grandes cantidades de agua dulce se vertieran en el mar y los océanos?



**Autoevaluación**

Criterio	Si	No	Porcentaje
Entendí el que es la evaporación y condensación			3
Entendí la relación que existe entre la salinidad y la evaporación			3
Entendí la relación que existe entre la salinidad y la condensación			3
Entendí como impacta la salinidad al ciclo del agua			3
Entendí el impacto del aumento de agua dulce en mares y océanos.			3

Porcentaje total \_\_\_\_\_

Lista de cotejo para Cuadro comparativo				
Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación
Contiene todas las descripciones de cambio de estado.			10	
Contiene un ejemplo de cada uno de los cambios de estado			5	
Contiene una ilustración de cada cambio de estado.			5	

Porcentaje total \_\_\_\_\_





## 2. Ley de Hooke

Colaboración: Baja California

### Evaluación diagnóstica

- ¿En qué unidades del SI se expresa la masa de un cuerpo?  
a) Gramo      b) Libra      c) Kilogramo      d) Newton
- ¿En qué unidades del SI se expresa el peso de un cuerpo?  
a) Gramo    b)      ) Libra      c) Kilogramo      d) Newton
- ¿Cómo se llama la propiedad del material sólido que permite estirarlo hasta formar un hilo, sin romperse?  
a) Ductilidad      b) maleabilidad      c) dureza      d) elasticidad
- Es la capacidad de un cuerpo sólido para recuperar su forma cuando cesa la fuerza que lo deforma.  
a) Ductilidad      b) maleabilidad      c) dureza      d) elasticidad
- ¿Cómo se llama la propiedad del material sólido que permite martillararlo hasta formar una lámina, sin romperse?  
a) Ductilidad      b) maleabilidad      c) dureza      d) elasticidad

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Después de leer y desarrollar la actividad que se te pide, contesta y socializa con otros estudiantes del grupo, puedes consultar otras fuentes si es necesario para ampliar y argumentar las respuestas.	1) Notas de observaciones en su cuaderno. 2) Cuestionario	

Lee con mucho cuidado los siguientes planteamientos y anota las respuestas a cada uno de ellos.

- ¿Qué crees que pasa a los cuerpos cuando ejerces una fuerza sobre ellos?

En casa, observa que sucede si le aplicas una fuerza con la punta y la cabeza de un clavo, luego con una cuchara y posteriormente con las manos; a una plastilina, a una pelota, a un caramelo macizo a una liga y a una esponja. Anota en tu libreta de apuntes las observaciones a estos experimentos.

En tu cuaderno. contesta las siguientes preguntas y justifica tu respuesta.

- ¿Todos los materiales se deforman permanentemente?, ¿Cuáles no?
- ¿Cuál de las fuerzas que aplicaste generó mayor deformación en los cuerpos?
- ¿De qué variables depende la deformación de los cuerpos?  
a) Tamaño  
b) El objeto con que aplicaste la fuerza  
c) El tipo de material  
d) La magnitud de la fuerza







Elasticidad es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar su tamaño y forma original después de ser comprimidos o estirados, una vez que desaparece la fuerza que ocasiona la deformación. Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo provoca un esfuerzo o tensión en el interior del cuerpo ocasionando su deformación.

En algunos materiales como los metales, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. Sin embargo, si la fuerza es mayor a un determinado valor, el cuerpo queda deformado permanentemente. El máximo esfuerzo que un material puede resistir antes de quedar permanentemente deformado se designa con el nombre de **límite de elasticidad**.

El límite de elasticidad de un cuerpo está determinado por su estructura molecular. La distancia que existe entre las moléculas del cuerpo cuando está sometido a un esfuerzo, está en función del equilibrio entre las fuerzas moleculares de atracción y repulsión. Pero si se le aplica una fuerza suficiente para provocar una tensión en el interior del cuerpo, las distancias entre las moléculas varían y el cuerpo se deforma. Cuando las moléculas se encuentran firmemente unidas entre sí, la deformación es pequeña no obstante que el cuerpo este sometido a un esfuerzo considerable, sin embargo, si las moléculas se encuentran poco unidas, al recibir un esfuerzo pequeño le puede causar una **deformación** considerable.

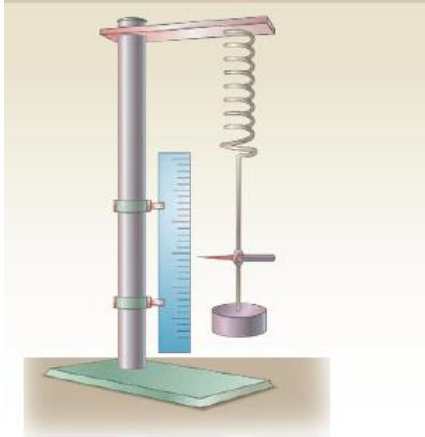
Algunos ejemplos de cuerpos elásticos son: resortes, ligas, bandas de hule, pelotas de tenis, pelotas de fútbol y trampolines. **La deformación de un cuerpo elástico es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza que recibe.** En otras palabras, si la magnitud de la fuerza aumenta al doble, la deformación también aumenta al doble; si la magnitud de la fuerza aumenta al triple, la deformación se triplica, y si la magnitud de la fuerza disminuye a la mitad, la deformación se reduce a la mitad; por ello se dice que entre estas dos variables existe una **relación directamente proporcional**.

Los sólidos tienen **elasticidad de alargamiento, de esfuerzo cortante y de volumen**; mientras los líquidos y gases **sólo la tienen de volumen**. En esta unidad estudiaremos la elasticidad de alargamiento en los sólidos a fin de conocer las tensiones y los efectos que se producen sobre alambres, varillas, barras, resortes y tendido de cables. Determinando las tensiones máximas que pueden soportar los materiales, así como las deformaciones que sufren, pueden construirse, con mucho margen de seguridad, puentes, soportes, estructuras, aparatos médicos, elevadores y grúas, entre otros.

Las deformaciones elásticas, como alargamientos, compresiones, torsiones y flexiones, fueron estudiadas por el físico inglés Robert Hooke (1635-1703), quien enunció la siguiente ley:

***“Mientras no se exceda el límite de elasticidad de un cuerpo, la deformación elástica que sufre es directamente proporcional al esfuerzo recibido”.***





Con un resorte y una regla, como se aprecia en la figura, se comprueba la Ley de Hooke. Al poner una pesa con una magnitud de 20 g el resorte se estirará 1 cm, pero si la pesa se cambia por una con una magnitud de 40 g el resorte se estirará 2 cm, y así sucesivamente.

¿Qué sucede cuando un material se deforma?

Cuando se aplica una fuerza sobre un material, este se estira o comprime como resultado. Todos estamos familiarizados con materiales como el hule, que se estiran muy fácilmente.

En mecánica, lo importante es la fuerza aplicada por unidad de área; llamamos esfuerzo ( $\sigma$ ) a ésta cantidad. El grado de estiramiento/compresión que se produce mientras el material responde al esfuerzo lo llamamos deformación ( $\epsilon$ ). Medimos el esfuerzo con el cociente de la diferencia en la longitud  $\Delta L$ , entre la longitud inicial  $L_0$  a lo largo de la dirección del esfuerzo, es decir,  $\epsilon = \Delta L/L_0$

Cada material responde de forma distinta al esfuerzo, y los detalles de la respuesta son importantes para los ingenieros que deben seleccionar materiales a partir de sus estructuras, así como máquinas que se comporten de manera predecible bajo esfuerzos esperados.

En la mayoría de los materiales, la deformación que experimentan cuando se les aplica un pequeño esfuerzo depende de la tensión de los enlaces químicos dentro de ellos. La rigidez del material está directamente relacionada con la estructura química de éste y de los tipos de enlaces químicos presentes. Lo que sucede cuando se quita el esfuerzo depende de hasta qué punto los átomos se han movido. En general hay dos tipos de deformación:

1. Deformación elástica. Cuando se quita el esfuerzo, el material regresa a la forma que tenía originalmente. La deformación es reversible y no es permanente.
2. Deformación plástica. Esta ocurre cuando se aplica un esfuerzo tan grande a un material que al retirarlo el material no regresa a su forma anterior. Hay una deformación permanente e irreversible. Llamamos límite elástico del material al valor mínimo de esfuerzo necesario para producir una deformación plástica.



Cualquier resorte debe diseñarse para que, al ser parte de una máquina, solo experimente una deformación elástica dentro del funcionamiento normal de esta.

### Módulo de elasticidad.

Módulo de elasticidad es el cociente entre la magnitud del esfuerzo (fuerza) aplicada a un cuerpo y la deformación producida en dicho cuerpo; su valor es constante siempre que no exceda el límite elástico del cuerpo. También recibe el nombre de constante del resorte o coeficiente de rigidez del cuerpo sólido del que se trate. Por tanto:

$$K = \text{Módulo de elasticidad} = \frac{\text{Magnitud del esfuerzo}}{\text{Deformación}}$$

Considere el resorte de longitud  $L$  en la figura anterior. Podemos estudiar su elasticidad añadiendo pesas sucesivamente y observando el incremento en su longitud. Una pesa de 20 N alarga el resorte en 1 cm, una pesa de 40 N alarga el resorte 2 cm, y una pesa de 60 N alarga el resorte 3 cm. Es evidente que existe una relación directa entre el estiramiento del resorte y la fuerza aplicada.

Robert Hooke fue el primero en establecer esta relación por medio de la invención de un volante de resorte para reloj. En términos generales, Hooke descubrió que cuando una fuerza  $F$  actúa sobre un resorte produce en él un alargamiento  $x$  que es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza. La Ley de Hooke se representa como:

$$F = -kx$$

Donde  $F$  es la fuerza,  $x$  la longitud de la extensión o compresión, según el caso, y  $k$  es una constante de proporcionalidad, conocida como constante de resorte, que generalmente está en N/m.

La constante de proporcionalidad  $k$  varía mucho de acuerdo con el tipo de material y recibe el nombre de constante elástica.

Aunque aquí no hemos establecido explícitamente la dirección de la fuerza, habitualmente se le pone un signo negativo. Esto es para indicar que la fuerza de restauración debida al resorte está en dirección opuesta a la fuerza que causó el desplazamiento. Jalar un resorte hacia abajo hará que se estire hacia abajo, lo que a su vez resultará en una fuerza hacia arriba debida al resorte.

Al abordar problemas de mecánica que implican elasticidad, siempre es importante asegurarnos de que la dirección de la fuerza de restauración sea consistente. En problemas simples a menudo podemos interpretar la extensión  $x$  como un vector unidimensional. En este caso, la fuerza resultante también será un vector de una dimensión, y el signo negativo en la ley de Hooke le dará la dirección correcta.





La ley de Hooke no se limita al caso de los resortes en espiral; de hecho, se aplica a la deformación de todos los cuerpos elásticos. Para que la ley se pueda aplicar de un modo más general, es conveniente definir los términos esfuerzo y deformación. El esfuerzo se refiere a la causa de una deformación elástica, mientras que la deformación se refiere a su efecto, en otras palabras, a la alteración de la forma en sí misma.

Un esfuerzo de tensión se presenta cuando fuerzas iguales y opuestas se apartan entre sí. En un esfuerzo de compresión las fuerzas son iguales y opuestas y se acercan entre si. Un esfuerzo cortante ocurre cuando fuerzas iguales y opuestas no tienen la misma línea de acción.

La eficacia de cualquier fuerza que produce un esfuerzo depende en gran medida del área sobre la que se distribuye la fuerza. Por esta razón, una definición más completa de esfuerzo se puede enunciar en la siguiente forma:

Esfuerzo es la razón de una fuerza aplicada entre el área sobre la que actúa, por ejemplo, newtons por metro cuadrado o libras por pie cuadrado.

Como se mencionó antes, el termino deformación representa el efecto de un esfuerzo dado. La definición general de deformación es la siguiente:

Deformación es el cambio relativo en las dimensiones o en la forma de un cuerpo como resultado de la aplicación de un esfuerzo.

En el caso de un esfuerzo de tensión o de compresión, la deformación puede considerarse como un cambio en la longitud por unidad de longitud. Un esfuerzo cortante, por otra parte, puede alterar únicamente la forma de un cuerpo sin cambiar sus dimensiones. Generalmente el esfuerzo cortante se mide en función de un desplazamiento angular.

El límite elástico es el esfuerzo máximo que puede sufrir un cuerpo sin que la deformación sea permanente. Por ejemplo, una varilla de aluminio cuya área en sección transversal es de  $1 \text{ in}^2$  se deforma permanentemente si se le aplica un esfuerzo de tensión mayor de 19000 Lb. Esto no significa que la varilla de aluminio se romperá en ese punto, sino únicamente que el cable no recuperará su tamaño original. En realidad, se puede incrementar la tensión hasta casi 21 000 Lb antes de que la varilla se rompa. Esta propiedad de los metales les permite ser convertidos en alambres de secciones transversales más pequeñas. El mayor esfuerzo al que se puede someter un alambre sin que se rompa recibe el nombre de resistencia limite.

Si no se excede el límite elástico de un material, podemos aplicar la ley de Hooke a cualquier deformación elástica. Dentro de los límites para un material dado, se ha comprobado experimentalmente que la relación de un esfuerzo determinado entre la deformación que produce es una constante. En otras palabras, el esfuerzo es directamente proporcional a la deformación.



La ley de Hooke establece:

Siempre que no se exceda el límite elástico, una deformación elástica es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada por unidad de área (esfuerzo).

Si llamamos a la constante de proporcionalidad el módulo de elasticidad, podemos escribir la ley de Hooke en su forma más general:

$$\frac{\text{Esfuerzo}}{\text{Deformación}} = \text{Módulo de elasticidad}$$

En casa podrías montar un dispositivo con los materiales que encuentres, usa tu creatividad, en lugar de pesas puedes utilizar la bolsa del azúcar, frijol, o algún elemento de la despensa y así obtener tus propias conclusiones acerca de la Ley de Hooke, y elaborar un reporte acerca de lo que aprendiste de la Ley.

## PRACTICANDO

1. Si la constante de un resorte es de 600 N/m, ¿cuál debe ser el valor de una fuerza que le produzca una deformación de 4.3 cm?

### DATOS

$$\begin{aligned} k &= 600 \text{ N/m} \\ x &= 4.3 \text{ cm} \\ F &=? \end{aligned}$$

### FÓRMULA

$$F = kx$$

### DESAROLLO

$$F = (600 \text{ N/m})(0.043 \text{ m})$$

$$\mathbf{F=25.8 \text{ N}}$$

2. Un resorte de 12 cm de longitud se comprime a 7.6 cm cuando actúa sobre él el peso de una niña de 440 N. ¿Cuál es el valor de la constante elástica del resorte?

### DATOS

$$\begin{aligned} L_i &= 12 \text{ cm} \\ L_f &= 7.6 \text{ cm} \\ F &= 440 \text{ N} \end{aligned}$$



### FÓRMULA(S)

$$\begin{aligned} x &= L_f - L_i \\ F &= kx \\ k &= \frac{F}{x} \end{aligned}$$

### DESAROLLO

$$x = 7.6 \text{ cm} - 12 \text{ cm}$$

$$x = -4.4 \text{ cm}$$

(el signo negativo indica disminución de la longitud)

$$k = \frac{440 \text{ N}}{0.044 \text{ m}}$$

$$\mathbf{k = 1 \times 10^4 \text{ N/m}}$$

3. ¿Cuál es la deformación que se produce en un resorte cuando actúa sobre él una fuerza de 300 N, si su constante elástica es  $1.2 \times 10^6 \text{ N/m}$ ?

### DATOS

$$\begin{aligned} x &=? \\ F &= 300 \text{ N} \\ k &= 1.2 \times 10^6 \text{ N/m} \end{aligned}$$

### FÓRMULA

$$F = kx$$

$$x = \frac{F}{k}$$



### DESAROLLO

$$x = \frac{300 \text{ N}}{1.2 \times 10^6 \text{ N/m}}$$

$$\mathbf{x=0.00025 \text{ m}}$$



ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
En equipo. Después de leer, contestar y socializar con otros estudiantes del grupo, puedes consultar otras fuentes si es necesario para ampliar y argumentar las respuestas.	Cuestionario	

1. Enuncia la Ley de Hooke
2. Escribe su ecuación y define cada una de las variables indicando las unidades correspondientes en el S.I.
3. ¿Qué es la constante de elasticidad?
4. ¿Cómo es la constante de un resorte rígido y cómo la de un resorte débil?
5. ¿Qué es el límite elástico de un resorte?
6. ¿Qué es el límite de rotura de un resorte?
7. ¿Qué es un esfuerzo?
8. ¿Cuáles son las unidades con que se mide un esfuerzo?
9. ¿A qué se refiere elongación producida por un esfuerzo?
10. ¿A qué se refiere compresión por un esfuerzo?

Lista de cotejo para cuestionario			
Criterio	Sí	No	Observación
El trabajo contiene portada con todos los datos e imagen del tema.			
Las respuestas a cada interrogante son correctas.			
Se enumera debidamente cada una de las preguntas y en orden sucesivo.			
El trabajo se presenta completo.			
Se incluyen siempre respuestas completas bien argumentadas.			
Se utiliza un lenguaje claro y apropiado y hay concordancia gramatical.			
El trabajo no presenta enmendaduras.			
Se presenta buena caligrafía y ortografía.			
El trabajo se presenta hecho a mano. (Respetar el formato sugerido).			
Se distinguen y diferencian en color las preguntas y respuestas.			
Se entrega en tiempo y forma.			
Autoría: Si dos o más estudiantes presentan el mismo trabajo sin autorización del docente será anulado.			







## EVALUANDO

Actividad 3	Producto (s)	Ponderación
En tu cuaderno, resuelve los ejercicios, indicando claramente su explicación y/o procedimiento completo.	Ejercicios resueltos	

1. Un resorte experimenta un alargamiento de 7cm al soportar un peso en uno de sus extremos. Si su constante tiene un valor de 835 N/m, ¿Cuál es el valor de la fuerza de restauración?
2. ¿Cuántos kilogramos tiene un cuerpo que pende de un resorte que se estira 4cm, si tiene una constante de 1100 N/m?
3. El módulo de elasticidad de un resorte es igual a 100 N/m. ¿Cuál será su deformación al recibir un esfuerzo cuya magnitud es de 10 N?
4. Calcular el módulo de elasticidad de un resorte, al cual se le aplica un esfuerzo cuya magnitud es de 700 N y se deforma 40 cm.
5. Un resorte es afectado por un esfuerzo de 19.6 N, y el resorte sufre una deformación de 1 m. ¿Cuál es el valor de K?

Lista de cotejo para ejercicios					
Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación	
Da solución correcta al ejercicio 1, mostrando el procedimiento completo.					
Da solución correcta al ejercicio 2, mostrando el procedimiento completo.					
Da solución correcta al ejercicio 3, mostrando el procedimiento completo.					
Da solución correcta al ejercicio 4, mostrando el procedimiento completo.					
Da solución correcta al ejercicio 5, mostrando el procedimiento completo.					

Porcentaje total \_\_\_\_\_





Actividad 4	Producto (s)	Ponderación
Realiza una tabla comparativa donde se pueda observar al menos 5 tipos de esfuerzo.	Tabla comparativa	

Tipo de esfuerzo	Definición	Ilustración	Ejemplo
Esfuerzo de tensión			
Esfuerzo de compresión			
Esfuerzo de corte			
Esfuerzo de torsión			
Esfuerzo de Flexión			

Lista de cotejo para tabla comparativa				
Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación
Contiene las definiciones de cada tipos de esfuerzo.				
Contiene las ilustraciones para cada tipo de esfuerzo.				
Contiene ejemplo para cada tipo de esfuerzo.				

Porcentaje total \_\_\_\_\_





ACTIVIDAD 5	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Investiga y anota en el recuadro correspondiente la definición de los tipos de esfuerzos que se te mencionan, ilustrando a través de un ejemplo de donde se aplica dicho esfuerzo y una imagen que ilustre esta aplicación.	Tabla completa	

Tipo de esfuerzo	Definición	Ejemplo	Ilustración
Esfuerzo de tensión			
Esfuerzo de compresión			
Esfuerzo de corte			
Esfuerzo de torsión			
Esfuerzo de Flexión			

Evalúa tu propio aprendizaje a través de la siguiente lista de cotejo

Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación
Contiene las definiciones de cada tipos de esfuerzo.				
Contiene las ilustraciones para cada tipo de esfuerzo.				
Contiene ejemplo para cada tipo de esfuerzo.				

Porcentaje total \_\_\_\_\_

### REFORZANDO

Tema	Liga	Tiempo
Ley de Hooke	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=jZGAvNAn5Kc">https://www.youtube.com/watch?v=jZGAvNAn5Kc</a>	7:33
Fuerza elástica y Ley de Hooke	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=lZH6rnFUnSk">https://www.youtube.com/watch?v=lZH6rnFUnSk</a>	3:36
Ley de Hooke	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7duVmwYpxw8">https://www.youtube.com/watch?v=7duVmwYpxw8</a>	10:26
Ley de Hooke (Experimentación)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=sb5hdwwtv0Q">https://www.youtube.com/watch?v=sb5hdwwtv0Q</a>	6:12



### 3. Módulo de Young ó módulo de elasticidad longitudinal.

**Colaboración: Morelos – Sonora - Tabasco**

El Módulo de Young, es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Es uno de los métodos más extendidos para conocer la elasticidad de un material.

Dicho de otra manera, el Módulo de Young o módulo de elasticidad es la constante que relaciona el esfuerzo de tracción o compresión con el respectivo aumento o disminución de longitud que tiene el objeto sometido a estas fuerzas.

Tanto el Módulo de Young como el límite elástico son distintos para los diversos materiales. El módulo de elasticidad es una constante elástica que, al igual que el límite elástico, puede encontrarse empíricamente mediante ensayo de tracción del material. Además de este módulo de elasticidad longitudinal, puede definirse el módulo de elasticidad transversal de un material (Modulo de cizalla).

El Módulo de Young, también llamado de elasticidad longitudinal, es un parámetro que consigue revelar el comportamiento de un material elástico en función de la tipología de fuerza que se le aplique y el consiguiente aumento o disminución de la longitud de ese material. Por lo tanto, lo que busca es obtener la relación que se da entre la tensión que se le aplica al objeto en su eje longitudinal y la deformación medida en ese mismo eje. Así, mide su comportamiento elástico y pronostica también el estiramiento de un material determinado.

Por ejemplo, si aplicamos la misma tensión sobre una esponja de ducha y un bate de béisbol, podremos ver que la deformación elástica es mucho menor en el bate que en la esponja. Esto quiere decir que el módulo de Young será más alto en el bate que en la goma y que será necesario aplicar una mayor tensión sobre el para que llegue a sufrir la misma deformación.





## Aplicaciones

El Módulo de Young es aplicable para diversas funciones, como puede ser en una obra cuando una roca es el soporte para otras estructuras (los cimientos), para comparar el resultado entre distintos materiales o para medir la rigidez de un material sólido.

En definitiva, el módulo de Young es vital a la hora de determinar la resistencia de un material u objeto a la tracción.

El módulo de Young sirve para estudiar los cambios producidos en un material cuando se le aplica una fuerza de tracción o de compresión a nivel externo. Es muy útil en materias como la ingeniería o la arquitectura.

Por ejemplo, se pueden comparar dos barras hechas de aluminio con distintas dimensiones. Cada una tiene diferente área de sección transversal y longitud, y ambas son sometidas a una misma fuerza de tracción.

El comportamiento esperado será el siguiente:

- A mayor grosor (sección transversal) de la barra, menos estiramiento.
- A mayor longitud inicial, mayor estiramiento final.

Esto tiene sentido, porque, al fin y al cabo, la experiencia señala que no es igual intentar deformar una liga de goma que intentar hacerlo con una varilla de acero.

Un parámetro llamado módulo de elasticidad del material es un indicativo de su respuesta elástica.

## Ecuación para calcular la deformación

$$\Delta L = \left(\frac{1}{Y}\right) \left(\frac{L}{A}\right) F$$

- A mayor área de sección transversal, menor deformación.
- A mayor longitud, mayor deformación.
- A mayor módulo de Young, menor deformación.

Las unidades del esfuerzo corresponden a newton/metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>). Son también las unidades de la presión, que en Sistema Internacional llevan el nombre de Pascal. La deformación unitaria  $\Delta L/L$  en cambio, es adimensional por ser el cociente entre dos longitudes.

Las unidades del sistema inglés son lb/in<sup>2</sup> y también se emplean con mucha frecuencia. El factor de conversión para ir de una a otra es: 14.7 lb/in<sup>2</sup> = 1.01325 x 10<sup>5</sup> Pa



Esto lleva a que el Módulo de Young tenga también unidades de presión. Finalmente, la ecuación anterior puede expresarse para despejar  $\gamma$ :

$$\gamma = \left( \frac{F/A}{\Delta L/L} \right) = \frac{\textit{esfuerzo}}{\textit{deformación unitaria}}$$

En la ciencia de los materiales, la respuesta elástica de estos ante diversos esfuerzos es importante para seleccionar los más adecuados en cada aplicación, ya sea fabricar el ala de un avión o un rodamiento automotriz. Las características del material a emplear son decisivas en la respuesta que se espera de él.

Para escoger el mejor material, es necesario conocer los esfuerzos a los que va a estar sometida determinada pieza; y en consecuencia seleccionar el material que tenga las propiedades más acordes con el diseño.

Por ejemplo, el ala de un avión debe ser resistente, liviana y capaz de flexionarse. Los materiales empleados en la construcción de edificaciones han de resistir movimientos sísmicos en buena medida, pero también deben poseer cierta flexibilidad.

Es posible llevar a cabo las mediciones para determinar las propiedades elásticas más relevantes de un material en laboratorios especializados. Así, existen pruebas estandarizadas a las que se someten las muestras, a las que se aplican diversos esfuerzos, midiendo después las deformaciones resultantes.

## Aplicaciones



Los puentes, elevadores, grúas, etc., se construyen al considerar las tensiones o esfuerzos máximos a los que pueden estar sometidos.

Otro ejemplo de estructuras sometidas a esfuerzos están las columnas de las edificaciones y los arcos, elementos clásicos de construcción en muchas civilizaciones antiguas y modernas.



## PRACTICANDO

- 1) Un alambre de acero de 2 m de largo en un instrumento musical tiene un radio de 0.03 mm. Cuando el cable está bajo una tensión de 90 N, ¿cuánto cambia su longitud? Dato:  $Y_{\text{acero}} = 200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

### Solución:

Se requiere calcular el área de la sección transversal

$$A = \pi R^2 = \pi \cdot (0.03 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 2.83 \times 10^{-9} \text{ m}^2$$

El esfuerzo es la tensión por unidad de área:

$$\frac{T}{A} = \frac{90 \text{ N}}{2.83 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2} = 3.2 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$(\Delta L/L) = \frac{(T/A)}{Y} = \frac{3.2 \cdot 10^{10}}{200 \cdot 10^9} = 0.16$$

La nueva longitud es  $L = L_0 + \Delta L$ , donde  $L_0$  es la longitud inicial:  $L = 2.32 \text{ m}$ .

- 2) Una columna de mármol, cuya área de sección transversal es  $2 \text{ m}^2$  sostiene una masa de 25 000 kg. Considere  $Y_{\text{mármol}} = 50 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ . Encontrar:
- El esfuerzo en la columna.
  - La deformación unitaria.
  - ¿En cuánto se acorta la columna si su altura es de 12 m?

### Solución

- a) El esfuerzo en la columna es debido al peso de los 25 000 kg:

$$P = mg = 25\,000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 245\,000 \text{ N}$$

Por lo tanto el esfuerzo es:

$$\frac{F}{A} = \frac{245\,000 \text{ N}}{2 \text{ m}^2} = 122\,500 \text{ Pa}$$

- b) La deformación unitaria es  $\Delta L/L$ :

$$(\Delta L/L) = \frac{(F/A)}{Y} = \frac{122\,500}{50 \times 10^9} = 2.45 \times 10^{-6}$$

- c)  $\Delta L$  es la variación de la longitud, dada por:

$$\Delta L = 2.45 \times 10^{-6} \times 12 \text{ m} = 2.94 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.0294 \text{ mm}.$$

No se espera que la columna de mármol se encoja significativamente. Obsérvese que si bien el Módulo de Young es menor en el mármol que en el acero, y que además la columna soporta una fuerza mucho mayor, su longitud casi no varía.

En cambio, en la cuerda del ejemplo anterior la variación es bastante más apreciable, aunque el acero tiene un módulo de Young mucho mayor.

En la columna interviene su gran área de sección transversal, y por eso es mucho menos deformable.



**Tabla de valores: Modulo de Young y límite elástico.**

Material	Módulo de Young (Y) N/m <sup>2</sup>	Límite elástico (Le) N/m <sup>2</sup>
Aluminio en lamina	7 x 10 <sup>8</sup>	1.4 x 10 <sup>8</sup>
Acero templado	20 x 10 <sup>8</sup>	5 x 10 <sup>8</sup>
Latón	9 x 10 <sup>8</sup>	3.8 x 10 <sup>8</sup>
Cobre	12.5 x 10 <sup>8</sup>	1.6 x 10 <sup>8</sup>
Hierro	8.9 x 10 <sup>8</sup>	1.7 x 10 <sup>8</sup>
Oro	8 x 10 <sup>8</sup>	

$$F_m = L_e A$$

Donde:

$L_e$  = Límite elástico en N/m<sup>2</sup>

$F_m$  = fuerza máxima en N

$A$  = Área de la sección transversal en m<sup>2</sup>

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Da solución a los siguientes ejercicios.	Ejercicios resueltos.	

- Un alambre de teléfono de 120 m de largo y de 2.2 mm de diámetro se estira debido a una fuerza de 380 N cual es el esfuerzo longitudinal si la longitud después de ser estirado es de 0.10 m ¿cuál es la deformación longitudinal? Determine el módulo de Young para el alambre.  $Y = 3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$
- Una barra metálica de 2 m de largo recibe una fuerza que le provoca una alargamiento o variación en su longitud de 0.3 cm. ¿Cuál es el valor la tensión unitaria o deformación lineal?
- Calcula el valor de la fuerza máxima que puede soportar una varilla de acero templado si el área de su sección transversal es de 3 cm<sup>2</sup> .  $L_e = 1.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
- Una varilla de acero de 1.2 m. de longitud y 2.46 cm<sup>2</sup> de área de su sección transversal se suspende del techo; si soporta una masa de 400 kg. En su extremo inferior, ¿Cuál será su alargamiento?
- Un alambre de acero templado de 3 mm de diámetro soporta un peso de 250 N.  
Calcular:
  - ¿Qué valor de esfuerzo de tensión soporta?  $E = 3.54 \times 10^7 \text{ N/m}^2$
  - ¿Cuál es el peso máximo que puede resistir sin exceder su límite elástico?  $W = 3534.29 \text{ N}$





Realiza una autoevaluación a través de la siguiente lista de cotejo

Criterio	Si	No	Porcentaje	Observación
Da solución correcta al ejercicio 1, mostrando el procedimiento				
Da solución correcta al ejercicio 2, mostrando el procedimiento				
Da solución correcta al ejercicio 3, mostrando el procedimiento				
Da solución correcta al ejercicio 4, mostrando el procedimiento				
Da solución correcta al ejercicio 5, mostrando el procedimiento				

Porcentaje total \_\_\_\_\_





## 4. Principio de Pascal

Colaboración: BCS – Chiapas

Evaluación diagnóstica

Instrucciones: Subraya la respuesta correcta.

1. La hidráulica estudia:
  - a. El comportamiento de líquidos como el agua
  - b. El comportamiento de cualquier tipo de fluido
  - c. Las relaciones entre presión y temperatura en un fluido
  - d. El cambio de volumen de los cuerpos
2. Algunas de las propiedades básicas de un fluido son:
  - a. Dilatación y contracción
  - b. Dureza y tenacidad
  - c. Corrosión y oxidación
  - d. Viscosidad y densidad
3. ¿Qué es un fluido?
  - a. Uno de los estados de la materia
  - b. Una sustancia que puede ser confinada en un recipiente y tomar su forma
  - c. Un cuerpo flexible y maleable
  - d. Un objeto rígido e indeformable
4. La presión es:
  - a. La fuerza que actúa en un sólido por unidad de volumen
  - b. Una unidad de medida básica del Sistema Internacional de unidades
  - c. La medida de la fuerza aplicada con respecto a un punto
  - d. La fuerza por unidad de área que actúa en un cuerpo
5. ¿Qué instrumento ocupas para medir la presión?
  - a. Un termómetro
  - b. Un presometro
  - c. Un extensómetro
  - d. Un manómetro
6. El científico griego que estudio los fluidos fue:
  - a. Tales de metileno
  - b. Homero
  - c. Aristóteles
  - d. Arquímedes
7. Cantidad de materia por unidad de volumen:
  - a. Peso
  - b. Densidad
  - c. Masa
  - d. Viscosidad
8. Las unidades de uso común para medir la presión en el Sistema Internacional son:
  - a. bar.
  - b. mm Hg.
  - c. torr
  - d. Pa





9. ¿Cuál de las siguientes sustancias fluye más rápido en una tubería?
  - a. El peso del sólido y la presión que ejerce el aire
  - b. La viscosidad del agua y la masa del objeto
  - c. La masa del agua y su temperatura
  - d. El peso del sólido y el volumen de agua desalojado
10. Realice las siguientes conversiones:
  - a. 32cm a pulgadas
  - b. 12.5mm a cm
  - c. 4 kg a litros (agua)
11. Calcula el volumen de cada uno de los objetos mostrados. En todos los casos considera que el valor de  $a=1m$ .
  - a. Cubo: cada lado= $a$
  - b. Esfera: radio= $2^a$

### Presión

La eficiencia de una cierta fuerza a menudo depende del área sobre la que actúa. Por ejemplo, una mujer que usa tacones puntiagudos daña más los pisos que si usan tacones anchos. Aun cuando la dama ejerce la misma fuerza hacia abajo en ambos casos, con los tacones agudos su peso se reparte sobre un área mucho menor. A la fuerza normal por unidad de área se le llama **presión**. Simbólicamente, la presión  $P$  esta dada por la ecuación:

$$P = \frac{F}{A}$$

donde:

$P$  = Presión, en  $N/m^2$ .

$F$  = Fuerza perpendicular a la superficie, en  $N$ .

$A$  = Área o superficie sobre la cual actúa la fuerza, en  $m^2$ .

Esta expresión señala que, a mayor fuerza aplicada, mayor presión y a mayor área sobre la cuál actúa la fuerza, menor presión.

Es importante señalar la diferencia que hay entre como actúa la fuerza de un fluido y como lo hace sobre un sólido. Puesto que el sólido es un cuerpo rígido, puede soportar que se le aplique una fuerza sin cambiar apreciablemente su forma. Por otra parte, un liquido puede soportar una fuerza únicamente en un superficie o frontera cerrada. Si el fluido no está restringido en su movimiento, empezará a fluir bajo el efecto del esfuerzo cortante, en lugar de deformarse elásticamente.

***La fuerza que ejerce un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene siempre actúa en forma***

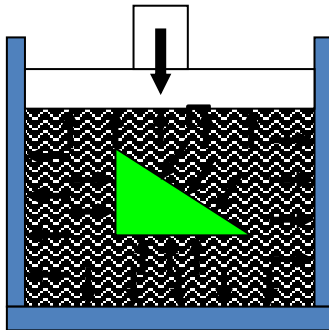


Esta es una característica propia de los fluidos que hace que el concepto de presión sea muy útil. Si se perforan agujeros y los lados y al fondo de un barril con agua, se demuestra que la fuerza ejercida por el agua es en cualquier parte perpendicular a la superficie del barril.

Al reflexionar un momento se deduce que el líquido también ejerce una presión hacia arriba. Cualquier persona que haya tratado de mantener una balsa por debajo de la superficie del agua se convence de inmediato de la existencia de una presión hacia arriba. En realidad, nos damos cuenta de que:

**Los fluidos ejercen presión en todas direcciones perpendicular a esas paredes.**

Las fuerzas actúan sobre la cara del émbolo sobre las paredes del recipiente y sobre las superficies del objeto suspendido, como se indica en la siguiente figura.



De igual manera que los grandes volúmenes de objetos sólidos ejercen grandes fuerzas contra el lugar que los soporta, los fluidos ejercen gran presión al aumentar la profundidad, **presión hidrostática**. El fluido en el fondo de un recipiente siempre está sometido a una presión mayor que la que experimenta cerca de la superficie. Esto se debe al peso del líquido que se encuentra arriba. Sin embargo, es preciso señalar una diferencia entre la presión ejercida por los sólidos y la que se produce en el caso de los líquidos. Un objeto sólido puede ejercer únicamente una fuerza hacia abajo.

Las fuerzas ejercidas por un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene son perpendiculares en todos los puntos.

Podemos calcular la presión ejercida por los líquidos en un punto determinado o **Presión hidrostática**, considerando la densidad del líquido y la profundidad a la que se encuentre el punto.

$$P_H = \rho g h$$

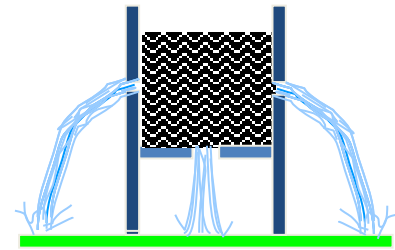
donde:

$P_H$  = Presión hidrostática, en Pa

$\rho$  = Densidad del líquido, en  $\text{kg/m}^3$

$h$  = Profundidad o altura de la columna de agua sobre el punto, en m

$g$  = gravedad =  $9.81 \text{ m/s}^2$

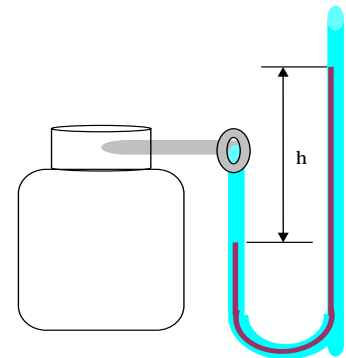


Las fuerzas ejercidas por un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene son perpendiculares en todos los puntos.

Cualquier líquido en un recipiente abierto, por ejemplo, está sujeto a la presión atmosférica además de la presión externa de la atmósfera se transmite por igual a través del volumen del líquido. El primero en enunciar este hecho fue el matemático francés Blaise Pascal (1623 – 1662) y se conoce como Ley de Pascal, el general, se enuncia como sigue:

**“Una presión externa aplicada a un fluido constante confinado se transmite uniformemente a través del volumen del líquido”.**

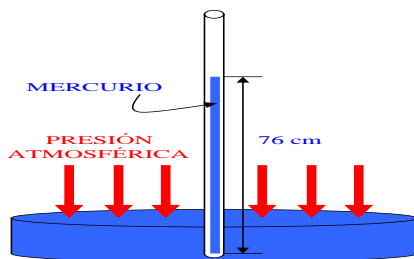
La mayoría de los dispositivos que permiten medir la presión directamente miden en realidad la diferencia entre la **presión absoluta** y la **presión atmosférica**. El resultado obtenido se conoce como la presión manométrica.



$$\text{Presión absoluta} = \text{Presión manométrica} + \text{Presión atmosférica}$$

La presión atmosférica en el nivel del mar es de 101.3 KPa o 760 mm de Hg. Debido a que la presión atmosférica participa en gran número de cálculos, con frecuencia se usa una unidad de presión de **1 atmósfera (atm)**, definida como la presión media que la atmósfera ejerce al nivel del mar.

Cuando uno de los extremos se conecta a una cámara presurizada, el mercurio se eleva en el tubo abierto hasta que las presiones se igualan. La diferencia entre los dos niveles de mercurio es una medida de la presión manométrica: la diferencia entre la presión absoluta en la cámara y la presión atmosférica en el extremo abierto. El manómetro se usa con tanta frecuencia en situaciones de laboratorio que la presión atmosférica y otras presiones se expresan a menudo en centímetros de mercurio o pulgadas de mercurio.



Por lo general, la presión atmosférica se mide en el laboratorio con un barómetro de mercurio. Un tubo de vidrio, cerrado en un extremo, se llena de mercurio. El extremo abierto se tapa y el tubo se invierte en una cubeta llena de mercurio. Si no se tapa el extremo abierto, el mercurio fluye hacia afuera del tubo hasta que la presión ejercida por la columna de mercurio equilibra exactamente la presión atmosférica que actúa sobre el mercurio de la cubeta.

Puesto que la presión en el tubo sobre la columna de mercurio es cero, la altura de la columna por arriba del nivel del mercurio en la cubeta indica la presión atmosférica. Al nivel del mar, una presión atmosférica 760 mm de Hg hará que el nivel del mercurio en el tubo se establezca a una altura de 76 cm.

Un aparato muy común para medir la presión manométrica es el manómetro de tubo abierto. El manómetro consiste en un tubo en forma de “U” que contiene un líquido, que generalmente es mercurio.





Cuando ambos extremos del tubo están abiertos, el mercurio busca su propio nivel ya que ejerce 1 atm de presión en cada uno de los extremos del tubo abierto.

En resumen, podemos escribir las siguientes medidas equivalentes de la presión atmosférica:

$$1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa} = 101\,300 \text{ Pa} = 14.7 \text{ lb/pulg}^2 = 76 \text{ cm de Hg} \\ = 30 \text{ pulg de mercurio} = 2\,116 \text{ lb/pie}^2$$

## PRACTICANDO

1) Sobre un líquido encerrado en un recipiente, se aplica una fuerza de 60 N mediante un pistón que tiene un área de  $0.01 \text{ m}^2$ , ¿cuál es el valor de la presión?

Paso 1 Identificamos los datos:

Fuerza aplicada:  $F = 60 \text{ N}$

Área sobre la que se aplica la fuerza:  $A = 0.01 \text{ m}^2$

Presión:  $P = ?$

Paso 2 Identificamos la fórmula:  $P = \frac{F}{A}$

Paso 3 Sustituimos los datos:  $P = 60 \text{ N} / 0.01 \text{ m}^2 = 6\,000 \text{ N/m}^2 = 6\,000 \text{ Pa}$

2) ¿Qué presión hidrostática existirá sobre una prensa hidráulica si se encuentra sumergida en agua a una profundidad de 6 m, si la densidad del agua es de  $1\,000 \text{ Kg/m}^3$ ?

Paso 1 Identificamos los datos:

Profundidad o altura de la columna de agua:  $h = 6 \text{ m}$

Densidad del agua:  $\rho = 1\,000 \text{ Kg/m}^3$

Presión Hidrostática  $P_H = ?$

Gravedad:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Paso 2 Identificamos la fórmula que relaciona todos los datos:  $P_H = \rho g h$

Paso 3 Sustituimos los datos:  $P_H = (1\,000 \text{ Kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (6 \text{ m}) = 58\,860 \text{ Pa}$



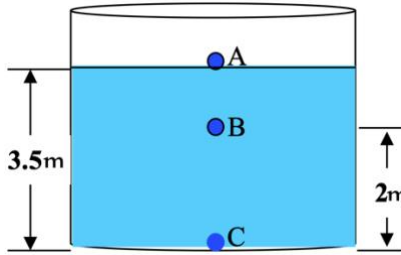


ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Da respuesta argumentada a cada punto de la actividad.	Actividad contestada en su cuaderno.	

- Contesta las siguientes preguntas:
  - ¿Cuál es la causa de la presión atmosférica?
  - Cuando bebemos por medio de un popote, ¿el líquido es aspirado o empujado?
  - ¿Por qué los buzos, cuando emergen con urgencia, deben exhalar continuamente durante el ascenso?
  - Los embudos tienen unas estrías que impiden que queden ajustados en la boca de una botella. ¿Cuál es la razón?
  - ¿Por qué se siente que los oídos hacen “pop” cuando se asciende a grandes alturas?
- Un buceador desciende a 3 pies de profundidad en el mar. ¿Cuál es la presión que está soportando, si la densidad del mar es de  $1,025 \text{ kg/m}^3$ . Considere que  $1m = 3.28 \text{ pies}$   
**Sol.  $P_H = P = 91,965.31Pa$**
- Un recipiente con forma cilíndrica y  $130 \text{ cm}^2$  de superficie, contiene 1 litro de agua y 1.5 litros de plomo. ¿Cuál es la presión en el fondo del recipiente? ( $\rho_{\text{Agua}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{Plomo}} = 11,340 \text{ kg/m}^3$ ).
- Un cubo de metal de 5 cm de arista ( $a$ ) está apoyado en el suelo sobre una superficie de sus caras. Encuentre el nombre del metal calculando su densidad, si sabemos que ejerce una presión de  $1324.35 \text{ Pa}$ .  $A_{\text{cubo}} = a^2$   $V_{\text{cubo}} = a^3$  **Sol.  $P = 2700 \text{ kg/m}^3$**
- Una persona de 490.5 N de peso, se encuentra de pie sobre la nieve. Calcular la presión que está ejerciendo sí: a) Se apoya sobre unas botas, cuya superficie suman  $400 \text{ cm}^2$ ; b) Se apoya sobre unos esquís de  $150 \times 22 \text{ cm}$  cada uno. ¿Diga en qué situación se hundirá menos en la nieve? Razone y escriba la respuesta.
- Un vehículo de acrobacias de 1500kg, al dar una vuelta cerrada se apoya solo en dos llantas. Encuentre la Presión que ejercen esas 2 llantas sabiendo que cada llanta se apoya sobre una superficie de  $55 \text{ cm}^2$ . **Sol.  $P = 1,337,727.27 \text{ Pa}$**
- Una bailarina de 60 kg se apoya sobre la punta de uno de sus pies, cuya superficie de la punta es de  $8 \text{ cm}^2$ . ¿Qué presión ejerce sobre el suelo al apoyarse en las dos puntas de los pies? ¿Cuándo ejercerá mayor presión, al apoyarse sobre uno o sobre los dos pies? Razone y escriba su respuesta.
- ¿Cuál será el área sobre la que se ejerce una fuerza de 1.2 N para que exista una presión de  $4 \text{ N/m}^2$ ?  
 **$A = 0.3 \text{ m}^2$**



9. Calcular la presión hidrostática en los puntos A, B y C de un recipiente que contiene gasolina, si la densidad de dicha sustancia es de  $680 \text{ kg/m}^3$ .



10. ¿Cuál será la presión hidrostática en el fondo de un barril de 0.9 m de profundidad y está lleno de aguarrás? La densidad del aguarrás es de  $0.87 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ . **Sol.  $P_H = 7,681.23 \text{ Pa}$**

ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Entrega un <b>reporte</b> con los resultados de los 3 ejercicios de esta actividad complementaria que incluyan las respuestas a las preguntas planteadas.	Reporte de actividades.	

### Actividad complementaria:

- En una cubeta con agua sumerge un vaso, con la boca hacia abajo, sobre un tapón o corcho. a) ¿Qué sucede?; b) ¿A qué profundidad debe empujarse el vaso para que el aire encerrado se comprima a la mitad de su volumen?
- Coloca una tarjeta firme sobre la boca de un vaso que contenga agua hasta el borde e inviértelo. a) ¿Por qué no cae la tarjeta?; b) ¿Inténtalo colocando el vaso en posición vertical?  
<https://www.fundacionaquae.org/experimento-serias-capaz-no-se-caiga-agua-vaso-boca/>
- A una lata con tapa de rosca más o menos de cinco litros, viértele una taza de agua y colócala sobre la flama de la estufa, una vez que el agua hierva, quítala del fuego y ciérrala herméticamente. Deja reposar la lata y observa los resultados.

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN:** Rúbrica De evaluación para el reporte de las actividades realizadas (2), de la hoja 44.

## ¿Qué sabemos de Pascal?

(Blaise o Blas Pascal; nació en Clermont-Ferrand, Francia, 1623 y murió en París, 1662). Filósofo, físico y matemático francés. Genio precoz y de clara inteligencia, su entusiasmo juvenil por la ciencia se materializó en importantes y precursoras aportaciones a la Física y a las matemáticas. En su madurez, sin embargo, se aproximó al jansenismo, y, frente al racionalismo imperante, emprendió la formulación de una filosofía de signo cristiano (truncada por su prematuro fallecimiento), en la que sobresalen especialmente sus reflexiones sobre la condición humana, de la que supo apreciar tanto su grandiosa dignidad como su misera insignificancia.

Sabemos que un líquido produce una presión hidrostática debido a su peso, si el líquido se encierra herméticamente dentro de un recipiente, puede aplicarse otra presión utilizando un émbolo; dicha presión se transmitirá íntegramente a todos los puntos del líquido. Esto se explica si se recuerda que los líquidos, a diferencia de los gases y los sólidos, son prácticamente incompresibles. Esta observación fue hecha por Blaise Pascal, quien enunció el siguiente principio, que lleva su nombre:



***Toda presión que se ejerce sobre un líquido encerrado en un recipiente, se transmite con la misma intensidad a todos los puntos del líquido y a las paredes del recipiente que los contiene.***

El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma presión.

ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Da respuesta a los siguientes cuestionamientos, sin olvidar argumentar en cada uno de ellos.	Reporte de las preguntas guía.	

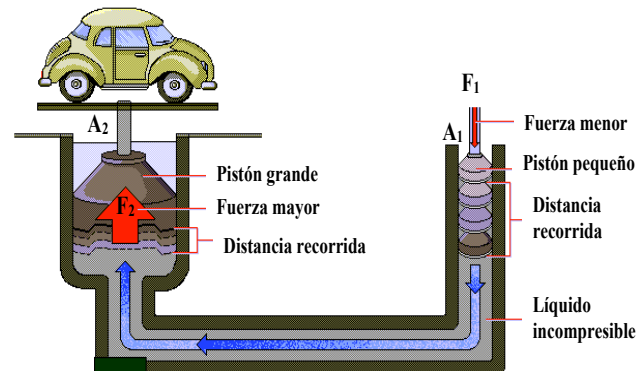
1. En nuestra vida diaria ¿Dónde se aplica esta propiedad de ejercer presión en todas direcciones? De al menos 3 ejemplos
2. Cuando el médico mide nuestra presión sanguínea, ¿qué herramienta utiliza? ¿Cuál será el principio? ¿También la sangre ejerce presión en todas direcciones? Explique con sus propias palabras.
3. ¿Podemos levantar un cuerpo grande con una fuerza pequeña con la ayuda de la incompresibilidad de los líquidos y la presión ejercida en las paredes de un recipiente cerrado? Explique y de ejemplos.

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.** Lista de Cotejo (3), hoja 45.

## Aplicación.

La aplicación más conocida del Principio de Pascal es la **prensa hidráulica**, consta esencialmente de dos cilindros de diferente diámetro, cada uno con su respectivo émbolo, unidos por medio de un tubo de comunicación. Se llenan de líquido el tubo y los cilindros, y al aplicar una fuerza en el émbolo de menor tamaño la presión que genera se transmite íntegramente al émbolo mayor. Al penetrar el líquido en el cilindro mayor, unido a una plataforma, el líquido empuja el émbolo hacia arriba.

Con este dispositivo si una fuerza pequeña actúa sobre el émbolo menor produce una gran fuerza sobre el émbolo mayor.



La presión en el émbolo menor está dada por la relación de la fuerza ( $F_1$ ) entre el área ( $A_1$ ) y en el émbolo mayor por la relación de la fuerza ( $F_2$ ) entre el área ( $A_2$ ). De acuerdo con el Principio de Pascal, ambas presiones son iguales, por lo tanto, la ecuación para la prensa hidráulica es:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

donde:

$F_1$  = Fuerza obtenida en el émbolo menor, en Newton.

$A_1$  = Área en el émbolo menor, en  $m^2$ .

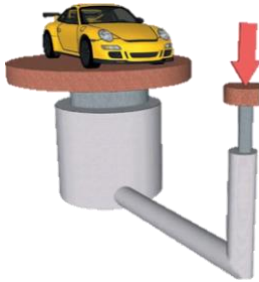
$F_2$  = Fuerza obtenida en el émbolo mayor, en Newton.

$A_2$  = Área en el émbolo mayor, en  $m^2$ .

La prensa hidráulica se utiliza en las estaciones de servicio para levantar automóviles; en la industria, para comprimir algodón o tabaco, para extraer aceite de algunas semillas, o jugos de algunas frutas. Los frenos hidráulicos de los automóviles también se basan en el Principio de Pascal. Cuando se pisa el freno, el líquido del cilindro maestro transmite la presión recibida a los cilindros de cada rueda, mismos que abren las balatas para detener el giro de los neumáticos.

## PRACTICANDO

1. Para elevar un auto de 1800 kg, en Llantiservicios, se utiliza una prensa hidráulica cuyo émbolo mayor tiene un diámetro de 30 cm y su émbolo menor tiene un radio de 0.5 cm.



Determina:

- La Presión que debe ejercer el líquido en el pistón o émbolo mayor para elevar el automóvil.
- La fuerza que se debe aplicar en el pistón o émbolo menor para que la prensa funcione y eleve el automóvil.

Paso 1: Identificar los datos que nos proporciona el texto.

$m =$  masa del auto = 1500 kg

$D_1 =$  diámetro del émbolo mayor = 30 cm

$r_2 =$  radio del émbolo menor = 0.5 cm

Paso 2: Identificar la o las incógnitas.

$F_1 =$  Fuerza 1 o fuerza en el émbolo mayor = ?

$F_2 =$  Fuerza 2 o fuerza en el émbolo menor = ?

Paso 3: Identificar la o las fórmulas que vamos a utilizar.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad F = mg \quad P = \frac{F}{A} \quad A = \pi D^2/4$$

Paso 4: Para encontrar el valor de la presión en el émbolo mayor necesitamos conocer  $F_1$ , utilizamos el valor de la masa del auto 1500kg y el valor de la gravedad en la Tierra  $9.81 \text{ m/s}^2$

$$F_1 = (1500 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2) = \mathbf{14,715 \text{ N}}$$

$$\text{Y el valor del área o superficie del émbolo mayor} \quad A_1 = \pi (0.3 \text{ m})^2/4 = \mathbf{0.07 \text{ m}^2}$$

$$\text{Presión en el émbolo mayor: } P = (14.715 \text{ N}) / (0.07 \text{ m}^2) = 210,214 \text{ N/m}^2 = \mathbf{210,214 \text{ Pa}}$$

Paso 5: Para encontrar el valor de la fuerza en el émbolo menor, necesitamos el valor del área menor, para utilizar la fórmula de área el radio se multiplica por 2 para obtener el diámetro y como está en centímetros se divide entre 100 para obtenerlo en metros, quedando:

$$D_2 = (0.5)(0.5) = 1 \text{ entre } 100 = 0.01 \text{ m} \quad \text{y, por lo tanto, } A_2 = \pi (0.01 \text{ m})^2/4 = \mathbf{7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

Como la presión es igual en todas direcciones:  $P_2 = P_1 = 210,214 \text{ Pa}$ , entonces:

$P_2 = F_2/A_2$ , despejando F, A que está dividiendo pasa a multiplicar a P

$$F_2 = P_2 A_2 = (210,214 \text{ N/m}^2)(7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2) = \mathbf{16.5 \text{ N}}$$

RESULTADOS: a)  $P_1 = 210,214 \text{ Pa}$

b)  $F_2 = 16.5 \text{ N}$



- 2) Calcular el área que debe tener el émbolo mayor de una prensa hidráulica para obtener una fuerza de 2,500 N, cuando el émbolo menor tiene un área de 22 cm<sup>2</sup> y se aplica una fuerza de 150 N?

**Paso 1:** Identificar los datos que proporciona el texto:

Fuerza aplicada al émbolo mayor:  $F_2 = 2,500 \text{ N}$

Área del émbolo menor:  $A_1 = 22 \text{ cm}^2$

Fuerza aplicada en el émbolo menor:  $F_1 = 150 \text{ N}$

Área en el émbolo mayor o  $A_2 = ?$

**Paso 2:** Identificar la o las fórmulas que vamos a utilizar.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Despejando la incógnita  $A_2$ : como está dividiendo pasa al otro lado del signo de igual multiplicando,

$$A_2 \frac{F_1}{A_1} = F_2$$

La  $A_1$  que está dividiendo pasa a multiplicar al otro lado del signo de igual,

$$A_2 F_1 = F_2 A_1$$

Finalmente, la  $F_1$  que está multiplicando pasa a dividir a todo lo que está al otro lado del signo de igual,

$$A_2 = \frac{F_2 A_1}{F_1}$$

**Paso 3:** Sustituimos los datos.

$$A_2 = \frac{(2,500 \text{ N})(22 \text{ cm}^2)}{150 \text{ N}} = \frac{55,000 \text{ Ncm}^2}{150 \text{ N}}$$

**Paso 4:** Resultado.

$$A_2 = 366.66 \text{ cm}^2$$

- 3) Calcula que masa se podría levantar en el plato menor de una prensa, cuando el radio del plato mayor es del doble del radio del plato menor. Si sobre el plato mayor se coloca una masa de 160 kg.

**Paso 1:** Identificar los datos que proporciona el texto:

Masa colocada en el émbolo mayor:  $m_2 = 160 \text{ kg}$

Radio del plato mayor es del doble del radio del plato menor:  $r_2 = 2 r_1$

Encontrar el valor de la masa del émbolo menor:  $m_1 = ?$

**Paso 2:** Identificar la o las fórmulas que vamos a utilizar.

$$A_1 = \pi r_1^2 \qquad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$







Obtener la relación entre las áreas de los émbolos: si  $A_1 = \pi r_1^2$  y  $r_2 = 2 r_1$ , entonces:

$$A_2 = \pi r_2^2 = \pi(2 r_1)^2 = \pi(4 r_1^2)$$

Despejamos  $F_1$ :

$$F_1 = \frac{F_2 A_1}{A_2}$$

Como  $F=ma$ , sustituimos:  $m_1 g = \frac{m_2 g A_1}{A_2}$  Eliminando  $g$  queda:  $m_1 = \frac{m_2 A_1}{A_2}$

**Paso 3:** Sustituimos los datos:

$$m_1 = \frac{(160 \text{ kg})(\pi r_1^2)}{4 \pi r_1^2}$$

**Paso 4:** Resultado.

$$m_1 = 40 \text{ kg}$$

ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Realiza los siguientes ejercicios, indicando todo el procedimiento, si es necesario la conversión de unidades.	Ejercicios resueltos	

**Ejercicios:** El instrumento de evaluación es Lista de cotejo para problemas (1) al final del tema.

- ¿Cuál será la fuerza que se ejercerá sobre el émbolo mayor de una prensa hidráulica, si sus émbolos tiene  $20 \text{ cm}^2$  y  $120 \text{ cm}^2$ , cuando se le aplica una fuerza de  $100 \text{ N}$  en el émbolo pequeño?  
**Sol.  $F_1 = 600 \text{ N}$**
- ¿Qué masa habrá que colocar en el émbolo grande de una prensa hidráulica que tiene dos pistones de  $10 \text{ cm}^2$  y  $600 \text{ cm}^2$  de superficie respectivamente, para que los dos pistones estén a la misma altura, cuando se coloca un cuerpo de  $7,800 \text{ g}$  sobre el pistón pequeño?
- Calcular cuánta fuerza hay que aplicar en un émbolo de  $8 \text{ cm}$  de radio para elevar un cuerpo de  $1,700 \text{ kg}$  utilizando una elevadora hidráulica de plato grande circular de  $80 \text{ cm}$  de radio.  
**Sol.  $F_1 = 166.77 \text{ N}$**
- ¿Qué fuerza ejercerá el émbolo mayor de una prensa hidráulica, si sobre el menor actúa una de fuerza de  $80 \text{ N}$ ? Los radios de los émbolos son de  $30 \text{ cm}$  y  $150 \text{ cm}$  respectivamente.
- Calcular la fuerza obtenida en el émbolo mayor de una prensa hidráulica si en el menor se aplican  $15 \text{ N}$  y los émbolos circulares tienen cuádruple radio uno del otro.  
**Sol.  $F_2 = 240 \text{ N}$**
- ¿Qué proporción deben guardar los platos de una prensa hidráulica que, aplicando  $40 \text{ N}$  de fuerza en el plato menor, podamos levantar un objeto de  $80 \text{ kg}$  en el plato mayor.  
**Sol.  $A_2/A_1 = 19.6$**





7. El radio del émbolo menor de una prensa hidráulica es de 10 cm. Si sobre él se aplica una fuerza de 30 N, el otro émbolo responde con una de 270 N. Determina el radio de este segundo émbolo.

**Instrumentos de evaluación:**

Lista de cotejo para problemas			
CRITERIO	SI	NO	PORCENTAJE
Escribió todas las preguntas y las respuestas			
Cada ejercicio presenta: Datos, Fórmula, Despeje, Sustituciones y Resultado			
Resolvió todos los ejercicios			

Rúbrica de evaluación para el reporte de actividades complementarias				
CRITERIO	EXCELENTE (5 puntos)	MUY BUENO (4 puntos)	BUENO (2 puntos)	DEFICIENTE (1 punto)
<b>Evidencias fotográficas</b>	Presenta evidencias de todas las actividades realizadas	Presenta evidencias de la mayoría de las actividades realizadas	Presenta evidencias de algunas de las actividades realizadas	No Presenta evidencias de las actividades realizadas
<b>Respuesta a las preguntas planteadas</b>	Da respuesta a todas las preguntas planteadas	Da respuesta a la mayoría de las preguntas planteadas	Da respuesta a algunas de las preguntas planteadas	No da respuesta a las preguntas planteadas
<b>Comentarios propios en forma coherente</b>	Enriquece las respuestas con comentarios propios en forma coherente	Enriquece las respuestas con comentarios propios en forma coherente	Enriquece las respuestas con comentarios propios en forma coherente	Enriquece las respuestas con comentarios propios en forma coherente
<b>Resultados</b>	Presenta resultados de todas las actividades complementarias	Presenta resultados de la mayoría de las actividades complementarias	Presenta resultados de algunas de las actividades complementarias	No presenta resultados de las actividades complementarias

LISTA DE COTEJO PARA PREGUNTAS GUÍA			
CRITERIO	SI	NO	PORCENTAJE
Escribió todas las preguntas y las respuestas			20%
Todas las respuestas fueron coherentes.			40%
Las respuestas tuvieron aportaciones propias en forma pertinente.			30%
Registró las referencias utilizadas			10%



## 5. Principio de Arquímedes

Colaboración: Cd. México-Guanajuato-Puebla .

Cuando nos encontramos sentados en el borde de una alberca y levantamos con los pies a un compañero que se encuentra sumergido, tenemos la sensación de que el peso que levantamos es menor; la razón es que todo cuerpo sumergido en un recipiente con líquido experimenta la acción de dos fuerzas, una dirigida hacia abajo igual al peso de la columna del líquido que está encima de ésta, y la otra, dirigida hacia arriba, llamada empuje; este fenómeno se conoce como principio de Arquímedes.

Este fenómeno fue estudiado por el sabio griego Arquímedes, de quien se relata una de las anécdotas científicas más pintorescas de la historia de la ciencia. Se dice que el rey Herón le encargó a Arquímedes que investigara si el orfebre a quien le había encargado la elaboración de su corona, había utilizado en su totalidad el oro que le había asignado para dicho trabajo, o bien, si había usado sólo una parte y había completado la corona con otro metal más barato. Se cuenta que estaba en la tina de su baño y al observar cómo se hundía y flotaba su cuerpo al aspirar y exhalar aire, se le ocurrió la idea de cómo resolver el misterio de la corona. Salió emocionado, corriendo por las calles del pueblo y gritando:

**¡eureka!, ¡eureka! que significa: ¡lo encontré!, ¡lo encontré!**



De acuerdo con lo anterior, resulta que el empuje que recibe cualquier cuerpo sumergido será igual al volumen sumergido multiplicado por el peso específico del fluido que se trate, es decir:

$$E = P_e V$$

Empuje = (peso específico del líquido) (volumen)

Como

$$P_e = \rho g$$

Peso específico= (Densidad)(Gravedad)

entonces:

$$E = \rho V g$$

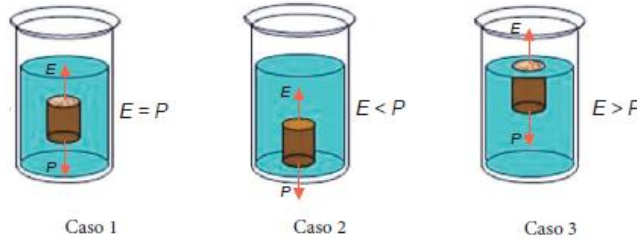
Empuje=(Densidad)(Volumen)(Gravedad)

**Principio de Arquímedes.** Todo objeto sumergido parcial o totalmente en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado.

El *principio de Arquímedes* da lugar a *tres casos*, teniendo en cuenta el peso del cuerpo.

1. El peso del cuerpo ( $P$ ) sea igual a la fuerza del empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo se mantiene en equilibrio dentro del líquido.

- El peso del cuerpo ( $P$ ) es mayor que la fuerza de empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo se hunde hasta encontrar algo que lo sostenga.
- El peso del cuerpo ( $P$ ) es menor que la fuerza de empuje ( $E$ ), entonces el cuerpo flota, es decir, algo de él queda en la superficie del líquido.



ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Realiza la siguiente representación y responde los cuestionamientos.	Cuestionario resuelto.	

Usando tres globos pequeños del mismo tamaño, todos deben quedar aproximadamente con el mismo volumen total, uno llénalo con  $\frac{3}{4}$  partes de agua y  $\frac{1}{4}$  de aire, el segundo será llenado  $\frac{1}{2}$  de agua y  $\frac{1}{2}$  de aire y el tercero con  $\frac{1}{4}$  de agua y  $\frac{3}{4}$  con aire y sumérgelos en un recipiente con agua y obtén imágenes similares a las de la ilustración anterior (tal vez tengas que probar algunas veces, variando la cantidad de agua y aire, de manera que obtengas el resultado de la imagen). Tómale una fotografía y envíala en la forma que tu maestr@ te indique.

ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Escribe en tu libreta ejemplos en donde el peso del objeto sea menor, igual y mayor a empuje realizado por el fluido.	Reporte en la libreta.	

**Ejemplo 1:** Una roca tiene una masa de 0.5 Kg y un volumen de 100 cm<sup>3</sup>. Calcula el empuje que recibe si se sumerge totalmente en gasolina.

**DATOS:**

$$V = 100 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 680 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

**FÓRMULA:**

$$E = \rho V g$$

**SOLUCIÓN:**

$$= (680 \text{ kg/m}^3)(10^{-4} \text{ m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 0.666$$

$$E = 0.666 \text{ N}$$

**Ejemplo 2:** Un cuerpo de masa igual a 2.5 kg desaloja un volumen de 3.8 litros. Encontrar la densidad del material.

**DATOS:**

$$m = 2.5 \text{ kg}$$

$$V = 3.8 \text{ l} = 0.0038 \text{ m}^3$$

**FÓRMULA:**

$$\rho = m/V$$

**SOLUCIÓN:**

$$\rho = \frac{2.5 \text{ kg}}{0.0038 \text{ m}^3} \quad \rho = 657.89 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$





ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve en tu cuaderno los ejercicios siguientes.	Ejercicios resueltos..	

- En los humanos, la presión arterial oscila entre 120 mmHg y 80 mmHg. Expresen estos valores en pascales.
- La corona que Herón mandó elaborar tenía una masa de 1.5 kg y ocupaba un volumen de 300 cm<sup>3</sup>. ¿Era de oro dicha corona? (obtengan la respuesta utilizando el principio de Arquímedes).
- ¿Cuál es la densidad de un sólido cuya masa es de 0.8 kg, si al meterse totalmente en glicerina tiene un peso aparente de 6 N?

ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Copia en tu cuaderno las siguientes preguntas y contéstalas, atiende las indicaciones de tu maestro(a) para su entrega. En cada caso, responda si la aseveración es verdadera o falsa.	Cuestionario resuelto.	

- Si el peso del objeto sumergido es mayor que la fuerza de empuje, el objeto se flotará.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- Si el peso del cuerpo es igual a la fuerza de empuje que recibe, el objeto permanecerá flotando en equilibrio (una parte dentro del líquido y otra parte fuera de él).  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- Si el peso del objeto sumergido es menor que la fuerza de empuje que recibe, el objeto flotara en la superficie del líquido.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- La densidad del objeto no afecta directamente, su comportamiento al estar sumergido dentro de un fluido.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- Si el objeto es más denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto se hundirá.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- Si la densidad del objeto y la del fluido en el cual está sumergido son diferentes, el objeto no se hundirá ni flotara.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )
- Si el objeto es menos denso que el fluido en el cual está sumergido, el objeto flotara en la superficie del fluido.  
FALSO ( ) VERDADERO ( )



## 6. Ecuación de Continuidad

Colaboración: Nayarit, Estado de México y Oaxaca

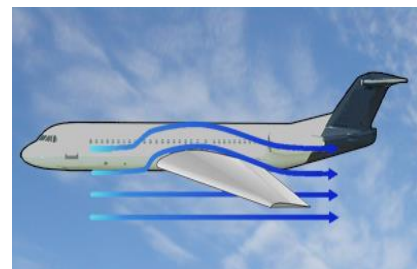
ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Responde argumentando en lo posible las siguientes preguntas. Escriba pregunta-respuesta en tu cuaderno.	Documento escrito con respuestas.	

### Questionario diagnóstico

1. Explique qué estudia la hidrodinámica y cuáles son sus aplicaciones:
2. Defina brevemente los siguientes conceptos: fluido, flujo y gasto.
3. Indica las fórmulas y unidades para determinar gasto y flujo de un líquido ideal
4. Explica en forma breve el principio de continuidad.
5. Si el baño está cerrado (puerta y ventana), ¿por qué se mueve la cortina hacia el chorro del agua de la regadera, al abrir la llave?
6. ¿Por qué disminuye el chorro de agua de una llave al abrir otra que está en la misma casa?
7. ¿Por qué es tan fácil que se levante el techo de una casa cuando ocurre un ventarrón de gran velocidad?
8. ¿Qué pasa en el interior de una aeronave cuando ésta, al desarrollar una gran velocidad, se rompe una ventanilla?

### Hidrodinámica

La hidrodinámica es la parte de la hidráulica que estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento. Recuerda que los fluidos son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma del recipiente que los contiene: líquidos y gases.



Las aplicaciones de la hidrodinámica se presentan en el diseño de canales, presas, diseño de sistemas de riego, puertos, diseño de los cascos de los barcos, hélices, turbinas, diseño de sistemas de suministro de agua, diseño de formas aerodinámicas de aviones, trenes, autos, y ductos en general.

Las diferencias esenciales entre los líquidos y los gases son:

1. Los líquidos son prácticamente incompresibles mientras que los gases son compresibles.
2. Los líquidos ocupan un lugar definido y tienen superficies libres, mientras que una masa dada de gas se expande hasta ocupar todas las partes del recipiente que la contiene.



Los fluidos más comunes son el aire y el agua que, cuando están en movimiento, producen fenómenos de fricción y cambios de presión.

Para reducir el fenómeno de fricción con el aire, se han diseñado las formas aerodinámicas de los autos de carreras, las aeronaves o los trenes que desarrollan altas velocidades.

En cuanto a los cambios de presión que producen los fluidos en movimiento, citamos los siguientes ejemplos:



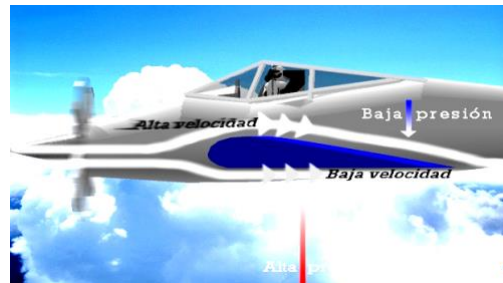
1. Cuando un perfume, insecticida o simplemente agua se esparce mediante un aerosol.
2. Las causas que producen los diferentes tipos de curvas de las pelotas lanzadas por los jugadores de béisbol.
3. La fuerza de empuje que reciben las alas de los aviones para que éstos vuelen.

### Gases en movimiento

Para que veas el efecto de este fluido en movimiento, *específicamente del aire*, realiza este sencillo experimento: “Sostén una tira de papel debajo de tu labio inferior y sopla fuertemente sobre la parte superior. ¿Qué sucedió?”

¡La tira de papel ascendió!, porque la velocidad de éste, disminuye la presión en la parte superior del papel y la presión atmosférica lo empuja hacia arriba.

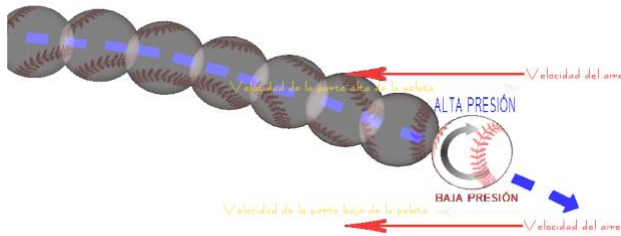
Algo semejante a lo descrito en el experimento anterior, ocurre en las alas de los aviones: su diseño produce una fuerza de sustentación que permite el vuelo de los aviones. La forma del ala de un avión, en su cara superior es curvada y en la inferior es plana, como se puede observar en la figura.



Este aumento de velocidad en la parte superior origina la disminución de la presión en esa parte y, al ser mayor la presión en la cara inferior del ala, el avión recibe una fuerza que lo impulsa en forma ascendente, permitiendo que pueda sostenerse en el aire al aumentar su velocidad. A esta fuerza se le llama de ascenso que empuja el avión y lo mantiene volando.



## Analicemos otro ejemplo:



En el juego de béisbol, la mayoría de las pelotas tiradas por los lanzadores describen trayectorias curvas, algunas hacia la derecha o a la izquierda, y otras hacia arriba o abajo.

Para producir, por ejemplo, una curva hacia abajo, se le da a la pelota una rotación en el mismo sentido del avance, tal como se indica en esta figura.

Cuando el avión viaja, el aire que se mueve sobre la superficie superior del ala, recorre una mayor distancia que el que se mueve en la parte inferior, por lo que, desarrollará una mayor velocidad, para no retrasarse con respecto a la demás masa del aire.

En la parte superior donde el viento y la pelota se mueven en sentidos opuestos, el aire es retardado por el rozamiento, dando lugar a una región de alta presión. En la región inferior, la pelota se mueve para donde va el viento, éste mantiene alta su velocidad y forma una zona de baja presión: la fuerza resultante, hacia abajo, hará que la pelota caiga más aprisa de lo normal.

## Líquidos en movimiento

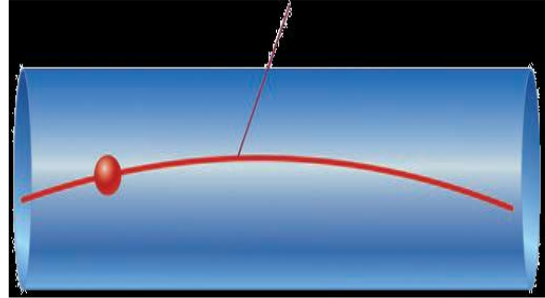
Ahora nos ocuparemos del movimiento de los líquidos, especialmente del agua. Es importante poder determinar la cantidad de un líquido que fluye a través de tuberías y, también, el cambio de presión en las mismas al aumentar o disminuir su sección transversal, entre otras propiedades.

Con objeto de facilitar el estudio de los líquidos en movimiento, generalmente se hacen las siguientes suposiciones:

1. Los líquidos son prácticamente incompresibles.
2. Se supone a los líquidos como ideales. Es decir, se considera despreciable la viscosidad. Por ello se supone que no presentan resistencia al flujo, lo cual permite despreciar las pérdidas de energía mecánica producidas por su viscosidad; dado que, durante el movimiento ésta genera fuerzas tangenciales entre las diferentes capas de un líquido.
3. El flujo de los líquidos se supone estacionario o de régimen estable. Esto sucede cuando la velocidad de toda partícula del líquido es igual al pasar por el mismo punto.

Por ejemplo, en la siguiente figura se observa la trayectoria seguida por la partícula de un líquido, esto es, su línea de corriente al pasar por un punto.

La partícula del líquido que pasa por un punto lleva cierta velocidad; si cualquier partícula que pasa por el mismo punto lo hace con la misma velocidad y trayectoria o línea de corriente, el flujo es estacionario o de régimen estable.



*En nuestro caso supondremos el comportamiento de un fluido ideal, esto es, incompresible, carente de rozamiento interno y de régimen estable.*

Diariamente el agua llega a nuestras casas a través de tuberías que la conducen, sin embargo, ¿cómo saber qué cantidad del vital líquido pasa por la sección transversal (sí cortas un tubo que conduce agua y ves a su interior, observarás que es circular, esa es la sección transversal).

Una forma de conocer la respuesta a la pregunta anterior es midiendo el volumen y la masa que pasa por la sección transversal en la *unidad de tiempo*, lo que nos lleva a definir dos conceptos importantes.

### Gasto

**Es el volumen de fluido que pasa a través del área de la sección transversal de un tubo, en la unidad de tiempo.** Lo anterior quiere decir que el gasto es la relación que existe entre el volumen de líquido que fluye por un conducto y el tiempo que tarda en fluir.

La representación matemática de la definición anterior es:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

$Q$  = gasto del fluido ( $m^3/s$ )

$V$  = volumen del fluido ( $m^3$ )

$t$  = unidad de tiempo (s)

El gasto también se puede medir si se conoce la velocidad del líquido ( $v$ ) en  $m/s$  y el área de la sección transversal de la tubería ( $A$ ) en  $m^2$

$$Q = v A \quad (m/s \cdot m^2 = m^3/s)$$

Tome en cuenta que  $1 m^3 = 1000$  litros (l)  
 $1 L = 1000 cm^3 = 1000 ml$

## Flujo

Es la cantidad de masa de fluido que pasa a través del área de la sección transversal de un tubo, en la unidad de tiempo.

La representación matemática de la definición anterior es:  $F = \frac{m}{t}$  ó  $F = Q \rho$

Donde:

$F$  = flujo del fluido (kg/s)

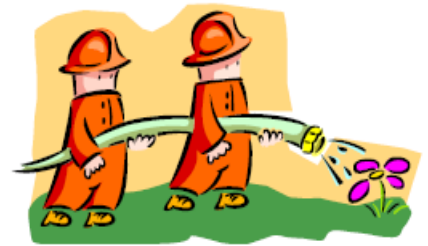
$m$  = masa del fluido (kg)

$t$  = unidad de tiempo (s)

$\rho$  = densidad (kg/m<sup>3</sup>)

## Ecuación de la continuidad

Al utilizar la manguera del jardín para regar las plantas o para lavar el auto, seguramente te habrás dado cuenta que al obstruir la salida del agua, poniendo una llave reductora en el extremo de la manguera, el agua llega más lejos.



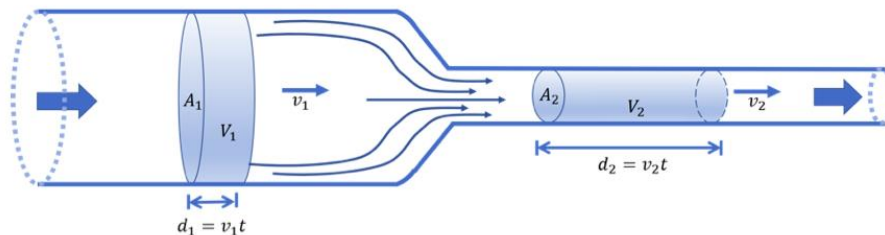
Al reducir el diámetro en la salida de una llave o manguera, aumenta el alcance del líquido.

¿Has observado que en la red de distribución de agua en tu casa existen reducciones en el diámetro la tubería? Por ejemplo, en la regadera del baño o en la llave del lavamanos y del lavatrastes. ¿Sabes cuál es la razón de esta disminución en el diámetro de la tubería?



Al reducir el diámetro de la sección transversal de un tubo, se obtiene un aumento en la velocidad del fluido.

Con la finalidad de que puedas entender mejor el principio anterior y de encontrar una representación matemática del mismo analiza, detenidamente, la figura siguiente.



Cuando el pistón de área mayor ( $A_1$ ) desplaza un volumen de líquido, éste recorrerá una distancia ( $d_1$ ). Considerando que los líquidos son incompresibles, el pistón de área menor ( $A_2$ ), admitirá la misma cantidad de agua, es decir, el mismo volumen recorriendo una distancia ( $d_2$ ).

Lo anterior nos lleva a precisar que el gasto que pasa del punto 1 al punto 2 es el mismo, matemáticamente se expresa así:

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{o} \quad v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad \text{y también} \quad v_1 \cdot D_1^2 = v_2 \cdot D_2^2 \quad \text{y} \quad v_1 \cdot r_1^2 = v_2 \cdot r_2^2$$

Donde

$v$  = velocidad del fluido (m/s)     $A$  = Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)     $D$  = Diámetro de la tubería (m)  
 $r$  = radio de la tubería (m)

NOTA: En cuanto a las unidades, cuidar que se tengan las mismas unidades en ambos puntos para las velocidades, las áreas, los diámetros y los radios.

1. Por el grifo de una bomba para agua fluyen 60 litros por minuto. Encuentra el flujo y el gasto.

**Datos**

$V = 60 \text{ lt}$   
 $t = 1 \text{ min}$   
 $Q = ?$   
 $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$   
 $F = ?$



**Fórmulas**

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$F = \rho Q$$

**Desarrollo**

$$Q = \frac{0.06 \text{ m}^3}{60 \text{ s}}$$

$$Q = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. ¿Qué sección tiene una tubería y qué velocidad?

**Datos**

$Q = 0.065 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $v = 1.53 \text{ m/s}$   
 $A = ?$

Conversión

$$60 \text{ lt} \left[ \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \right] = 0.06 \text{ m}^3$$

si por él pasa el agua  
¿cuál es su diámetro?

**Fórmulas**

$$Q = A v$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$F = (1\,000 \text{ kg/m}^3)(0.001 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$F = 1 \text{ kg/s} \quad \text{con}$$

**Desarrollo**

$$A = \frac{0.065 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A = 0.042 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0.042 \text{ m}^2)}{\pi}}$$

$$D = 0.23 \text{ m}$$

$$D = 23 \text{ cm}$$



3. Un carro-tanque transporta 360 ft<sup>3</sup> de gasolina. ¿Cuántos minutos tardará en descargar si lo hace a razón de 1.496 gal/s?

**Datos**  
  
V = 360 ft<sup>3</sup>  
Q = 1.496 gal/s  
t = ?

**Fórmulas**

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$t = \frac{V}{Q}$$



**Desarrollo**

$$t = \frac{360 \text{ ft}^3}{0.2 \text{ ft}^3 / \text{s}}$$

$$t = 1\,800 \text{ s}$$

$$t = 30 \text{ min}$$

**Conversiones**

$$1.496 \frac{\text{gal}}{\text{s}} \left[ \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal}} \right] = 0.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}$$

$$1800 \text{ s} \left[ \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right] = 30 \text{ min}$$

4. El tanque para gasolina de un auto tiene una capacidad de 60 lts. Si el tubo de salida de la bomba tiene un diámetro de 2.5 cm y la gasolina sale con una velocidad de 30 cm/s ¿Cuántos minutos tardará en llenarse el tanque?

**Datos**

V = 60 lts  
D = 2.5 cm  
v = 30 cm/s  
t = ?

**Fórmulas**

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Q = A v$$

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$t = \frac{V}{Q}$$

**Desarrollo**

$$A = \frac{\pi(2.5 \text{ cm})^2}{4}$$

$$A = 4.9 \text{ cm}^2$$

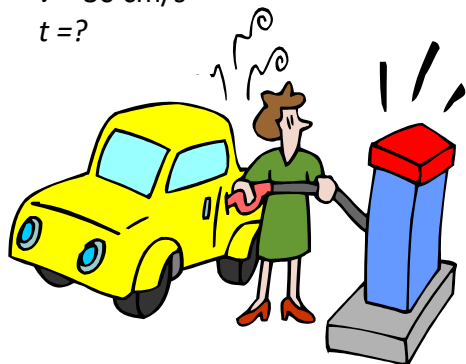
$$Q = (4.9 \text{ cm}^2)(30 \text{ cm/s})$$

$$Q = 147 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$t = \frac{60000 \text{ cm}^3}{147 \text{ cm}^3 / \text{s}}$$

$$t = 408.163 \text{ s}$$

$$t = 6.8 \text{ min}$$



**Conversión**

$$60 \text{ lts} \left[ \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ lt}} \right] = 60\,000 \text{ cm}^3$$

## EJERCICIOS RESUELTOS PARA LA ECUACION DE LA CONTINUIDAD

1. Por un tubo que tiene un diámetro interno de 6.4 cm, fluye agua con una velocidad de 21 cm/s. En una parte del tubo existe una disminución de su diámetro a 2.5 cm ¿Cuál es la velocidad del agua que pasa por esta **constricción**?

Datos

$$\begin{aligned} D_1 &= 6.4 \text{ cm} \\ D_2 &= 2.5 \text{ cm} \\ v_1 &= 21 \text{ cm/s} \\ v_2 &=? \end{aligned}$$

Fórmulas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$v_2 = \frac{\frac{\pi D_1^2}{4}}{\frac{\pi D_2^2}{4}} v_1$$

$$v_2 = \frac{D_1^2}{D_2^2} v_1$$

Desarrollo

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{(6.4 \text{ cm})^2}{(2.5 \text{ cm})^2} \left( 21 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \right) \\ v_2 &= 137.625 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

2. Para llenar una alberca se utiliza un tubo de 6 cm de diámetro por el cual fluye agua con una velocidad de 5.4 m/s. Se necesita que la velocidad del agua sea el doble, ¿cuánto debe medir el diámetro del tubo reductor?

Datos

$$\begin{aligned} D_1 &= 6 \text{ cm} \\ v_1 &= 5.4 \text{ m/s} \\ v_2 &= 2 v_1 \\ D_2 &=? \end{aligned}$$

Fórmulas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 2 v_1$$

$$A_1 = 2 A_2$$

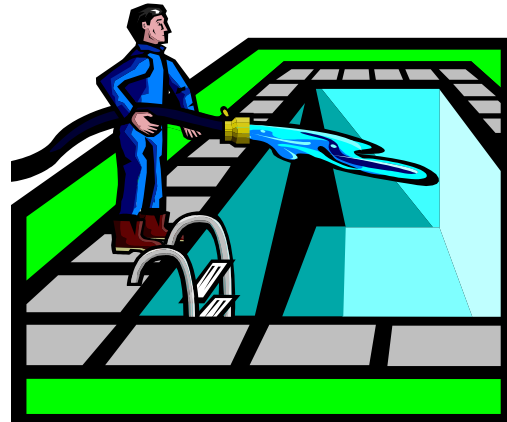
$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\frac{\pi D_1^2}{4} = 2 \frac{\pi D_2^2}{4}$$

$$D_1^2 = 2 D_2^2$$

$$D_2 = \sqrt{\frac{D_1^2}{2}}$$

$$D_2 = \frac{D_1}{\sqrt{2}}$$



Desarrollo

$$D_2 = \frac{6 \text{ cm}}{\sqrt{2}}$$

$$D_2 = 4.24 \text{ cm}$$



ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguientes ejercicios, indicando todo el procedimiento así como la conversión de unidades si es necesario.	Ejercicios resueltos.	

### Ejercicios

- Determina el flujo y el gasto de un líquido que fluye por un tubo de 2.25 cm de diámetro interno, con una velocidad de 8.3 cm/s.  
**Respuestas: Q = 33 cm<sup>3</sup>/s F = 33 gr/s**
- ¿Qué diámetro interno debe tener un tubo, si por él pasan 2x10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s de agua, con una velocidad de 25 m/s? ¿Qué cantidad de masa de agua pasa por el conducto en un segundo?
- Por un tubo de 4 cm de diámetro fluye agua con una velocidad de 16 m/s. ¿Cuál es la velocidad del agua si el diámetro del tubo se reduce a 1,6 cm?  
**Respuesta: v = 100 m/s**
- Por una tubería de 2.65 cm de diámetro fluye agua con una velocidad de 5 m/s; en una parte de la tubería hay una reducción en su diámetro de 0.65 cm. ¿Qué velocidad llevará el agua en este punto?
- Por un tubo de 2 in de diámetro fluye agua con una velocidad de 20 ft/s. En una parte del tubo su diámetro se reduce, por lo que, la velocidad aumenta al doble. ¿Cuál es el diámetro de tubo en la reducción?  
**Respuesta: D =  $\sqrt{2}$  in (pulgadas)**

ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Actividad experimental sobre Gasto y ecuación de la continuidad.	Reporte escrito	

### Actividad experimental: GASTO y ECUACION DE LA CONTINUIDAD

**INSTRUCCIONES GENERALES:** Realice estas actividades de manera individual; después, **reúnase de manera virtual** con sus compañeros de equipo (pueden ser de 1 a 3 integrantes) para redactar un reporte (pdf) que contenga los siguientes puntos:

- Portada : Datos y logo de la escuela, nombre de la actividad, fecha de entrega, semestre, grupo, especialidad, entre otros más y **RESALTE** el nombre completo de los integrantes del equipo.
  - Escriba el nombre de cada sección, sus preguntas y resalte sus respuestas.
  - En caso necesario, puede sustituir algunos materiales por los que tenga en casa. **NO** es necesario salir a comprarlos, **NO SE EXPONGA**.
- **Objetivo**  
Calcular la velocidad a la que fluye el agua por la tubería con distintos diámetros.

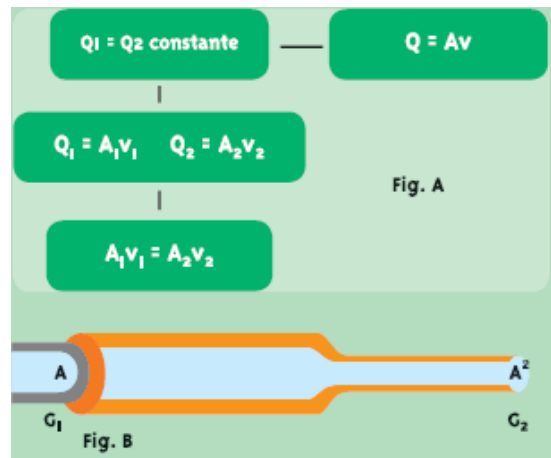




- **Materiales**
  - 2 mangueras de diferentes diámetros con sus correspondientes conexiones a manguera
  - 1 conexión campana
  - 3 cubetas con capacidad de 18 litros
- **Sustancias**
  - Agua
- **Puntos para reflexionar**
  - ¿La velocidad del chorro de agua aumenta o disminuye cuando cambia el grosor de una manguera de más ancho a más pequeño?
  - ¿El gasto es el mismo en una manguera delgada que una más gruesa?
- **Modelo**

Observa en la *figura B* que la cantidad líquido que pasa por cada punto de es igual independientemente del área, pues en la tubería se reduce de manera considerable la sección transversal entre los puntos 1 y 2; sin embargo, considerando que los líquidos son incompresibles, la cantidad de líquido que pasa por los puntos 1 y 2 es la misma, la que varía es la velocidad.

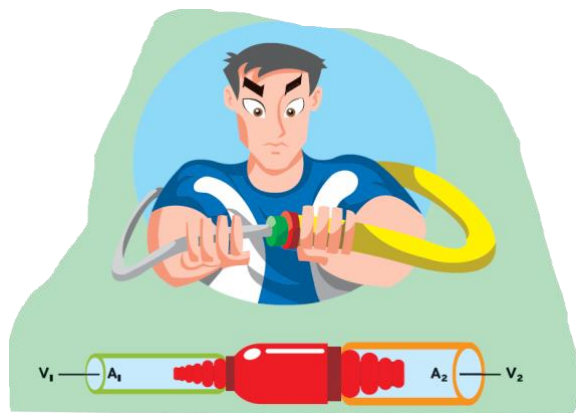
La velocidad del líquido en la sección transversal 1 del tubo es menor a la del punto 2, donde la reducción del área se del líquido. Por tanto, el gasto en el punto 1 ( $Q_1$ ) es igual al gasto en el punto 2 ( $Q_2$ ).



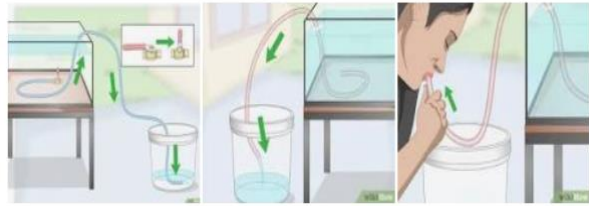
Recuerde que también:  $Q = \text{Volumen} / \text{tiempo} (Q = V / t)$

### ➤ Procedimiento

1. Conecta las mangueras como se observa en la siguiente figura.
2. Coloca una cubeta en alto, quizás a 1 m e introduce la manguera de menor diámetro a este recipiente y aspira con la boca (en algunas ocasiones se tiene que pasar agua de una pecera así), el otro extremo debe estar al ras de piso.



3. Deja salir el chorro manteniendo el nivel de agua constante (utiliza otra cubeta para mantener la cubeta superior llena de agua y así mantener el flujo constante).
4. Mide en que tiempo se llena la segunda cubeta (18 litros) que estará en el piso.
5. Calcula el  $Gasto_1 = \text{Volumen (18 l) / tiempo}$ , convierte tu valor a  $m^3/s$ .
6. Ya que registraste estos datos; registra una segunda medición, pero ahora la manguera de mayor diámetro debe estar en la cubeta en alto y la manguera de menor área, en la parte más baja. Calcula el  $Gasto_2 = \text{Volumen / tiempo}$ .



➤ **MEDICIONES, CÁLCULOS Y TABLAS**

Área manguera delgada ( $A = \pi r^2$ )	$A_1$	$A_1 =$	$m^2$
Área manguera gruesa ( $A = \pi r^2$ )	$A_2$	$A_2 =$	$m^2$
Gasto 1 = $V/t$	$Q_1$	$Q_1 =$	$m^3/s$
Gasto 2 = $V/t$	$Q_2$	$Q_2 =$	$m^3/s$
Velocidad manguera delgada ( $v = Q/A$ )	$v_1$	$v_1 =$	$m/s$
Velocidad manguera gruesa ( $v = Q/A$ )	$v_2$	$v_2 =$	$m/s$

➤ **Cuestionario**

- ¿Qué ocurrió al invertir el orden de las mangueras?
- ¿En qué manguera hay más presión?
- ¿Cuál es el gasto en ambas mangueras?
- ¿En qué manguera hay más velocidad?
- Investiga dos aplicaciones de la *Ecuación de Continuidad*

Escribe lo que hayas aprendido de esta práctica:

**Actividad experimental 3.2**

Objetivo:

Demostrar la aplicación de la Ecuación de Continuidad en una pistola de agua para regar jardines.

➤ **Materiales:**

- Pistola de agua para regar jardines

➤ **Sustancias:**

- Agua

➤ Puntos para reflexionar:

- ¿Cuáles crees que sean las ventajas de utilizar pistola de agua para regar el jardín?
- ¿A quiénes les puede ser útil conocer la aplicación de la Ecuación de Continuidad?

➤ Modelo

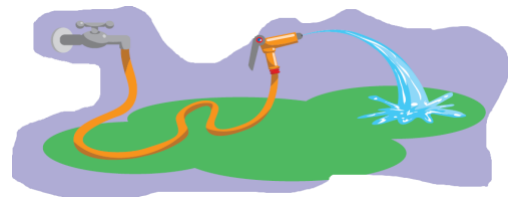
La aplicación de la *Ecuación de Continuidad* se puede demostrar en el uso de las pistolas de agua para regar jardines, ya que al conectarlas a la manguera hay un cambio de área en la sección transversal.

Dado que el gasto es igual en las dos áreas, podemos despejar la velocidad 2.

$$Q = \frac{V}{t} \quad Q = A_2 v_2 \quad v_2 = \frac{Q}{A_2}$$

➤ Procedimiento

1. Con la llave de agua abierta, mide el volumen que se deposita en un determinado tiempo (Q). Así, conocerás el Gasto que debes aplicar en el punto 4
2. Mide el área de salida de la pistola de agua ( $A_2$ ).
3. Conecta la pistola de agua a la manguera
4. Aplica el mismo Gasto del punto 1 (misma abertura de la llave y tiempo aplicado). Observa el alcance del chorro de agua de la manguera.



➤ MEDICIONES, CÁLCULOS Y TABLAS

Gasto	$Q = \frac{V}{t} = \frac{\text{litros}}{\text{min}} = \frac{m^3}{s}$
Área de salida de la pistola de agua ( $A = \pi r^2$ )	$A_2 =$
Velocidad de salida del agua en la pistola ( $v = Q/A$ )	$v_2 = \frac{m}{s}$

➤ Cuestionario

- ¿Cómo es  $v_2$  en relación al alcance del chorro de agua?
- ¿Existe ventaja al usar la pistola de agua?
- ¿Por qué?
- ¿Por qué la pistola de agua para regar jardines es una aplicación de la *Ecuación de Continuidad*?

Escribe lo que hayas aprendido en esta práctica:

---



---



---



---



---

Conclusiones: De esta actividad de Gasto realiza las conclusiones de acuerdo a tu contexto.

---

---

---

---

---





## 7. Teorema de Bernoulli

**Colaboración: Baja California-Zacatecas**

En general, es difícil analizar el movimiento de fluidos. Por ejemplo, ¿cómo describir el movimiento de una partícula (una molécula, como aproximación) de agua en un arroyo agitado? El movimiento de la corriente total sería claro, pero prácticamente sería imposible deducir una descripción matemática del movimiento de cualquier partícula individual, debido a los remolinos, a los borbotones de agua sobre piedras, la fricción con el fondo del arroyo, etc. Obtendremos una descripción básica del flujo de un fluido si descartamos tales complicaciones y consideramos un fluido ideal. Luego, podremos aproximar un flujo real remitiéndonos a este modelo teórico más sencillo.

En este enfoque de dinámica de fluidos simplificado se acostumbra considerar cuatro características de un fluido ideal: 1) constante, 2) irrotacional, 3) no viscoso y 4) incompresible.

1. Flujo constante, implica que todas las partículas de un fluido tienen la misma velocidad al pasar por un punto.
2. Flujo irrotacional, significa que un elemento de fluido (un volumen pequeño del fluido) no posee una velocidad angular neta, esto elimina la posibilidad de remolinos, (el flujo no es turbulento).
3. Flujo no viscoso, implica que la viscosidad es insignificante.
4. Flujo incompresible, significa que la densidad del fluido es constante.

Suponiendo el movimiento de un líquido de régimen estable, incompresible y no viscoso, a través de un tubo, se puede desprestigiar la pérdida de energía como resultado de la fricción interna entre sus partículas. Si el tubo es de sección transversal variable, el líquido sufrirá una aceleración y una desaceleración, por lo que, su velocidad cambiará. Esto implica que está sometido a una fuerza resultante, lo que significa una variación de presión a lo largo del tubo.

Este problema lo estudió por primera vez Daniel Bernoulli en 1738, en su tratado de Hidrodinámica, creando lo que conocemos como Principio de Bernoulli

La conservación de la energía, o el teorema general del trabajo-energía, nos lleva a una relación muy general para el flujo de fluidos. El primero en deducir esta relación fue el matemático suizo Daniel Bernoulli (1700-1782).

“El trabajo total externo, aplicado a un sistema de flujo estacionario de un fluido ideal, es igual al cambio de la energía mecánica del sistema”.

El Principio de Bernoulli establece que:

La suma de las energías cinética y potencial y de presión que tiene el líquido en un punto, es igual a la suma de estas energías en otro punto cualquiera, y la ecuación que representa a dicho Principio es:





$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Aunque Bernoulli dedujo que la presión disminuye cuando aumenta la velocidad del flujo, fue Leonhard Euler, quien derivó la ecuación de Bernoulli en su forma habitual en 1752. El principio solo es aplicable a los flujos isentrópicos, es decir, cuando los efectos de los procesos irreversibles, como la turbulencia, y los procesos no adiabáticos, como la radiación de calor, son pequeños y pueden despreciarse.

El principio de Bernoulli es un enunciado que parece ir en contra de la intuición, acerca de cómo la velocidad de un fluido se relaciona con la presión del fluido. Muchas personas sienten que el principio de Bernoulli no debería de ser correcto, pero esto se debe a un mal entendimiento de lo que dice el principio. El principio de Bernoulli establece lo siguiente:

***El principio de Bernoulli: dentro de un flujo horizontal de fluido, los puntos de mayor velocidad del fluido tendrán menor presión que los de menor velocidad.*** [¿Por qué tiene que ser horizontal?]

Así que dentro de una tubería horizontal de agua que cambia de diámetro, las regiones donde el agua se mueve más rápido se encontrarán a menor presión que las regiones donde se mueve más lento. Esto a muchas personas les parece contrario a la intuición, ya que asocian una gran velocidad con presiones altas. En la siguiente sección, mostraremos que, en realidad, esta es otra manera de decir que el agua irá más rápido si hay más presión detrás de ella que delante de ella. En la siguiente sección vamos a derivar el principio de Bernoulli, vamos a mostrar de manera más precisa qué es lo que dice y, con suerte, lo haremos ver un poco menos misterioso.

### ¿Qué es la ecuación de Bernoulli?

La ecuación de Bernoulli es esencialmente una manera matemática de expresar el principio de Bernoulli de forma más general, tomando en cuenta cambios en la energía potencial debida a la gravedad.

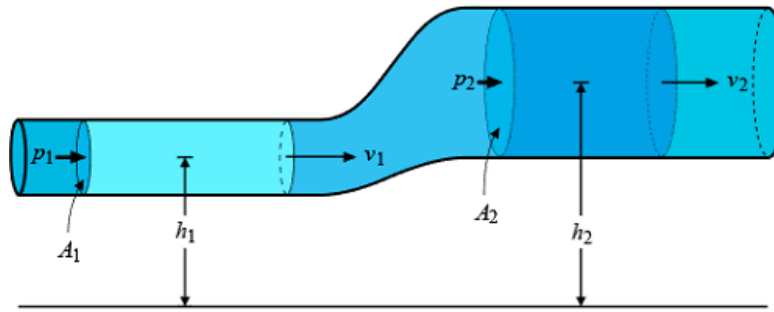
Observemos cómo es la ecuación de Bernoulli, desarrollemos una idea de lo que dice y veamos cómo podemos usarla.

La ecuación de Bernoulli relaciona la presión, la velocidad y la altura de dos puntos cualesquiera (1 y 2) en un fluido con flujo laminar constante de densidad  $\rho$ . Usualmente escribimos la ecuación de Bernoulli de la siguiente manera:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Las variables  $P_1$ ,  $v_1$  y  $h_1$  se refieren a la presión, la velocidad y la altura del fluido en el punto 1, respectivamente, mientras que las variables  $P_2$ ,  $v_2$  y  $h_2$  se refieren a la presión, la velocidad y la altura del punto 2, como se muestra en el diagrama a continuación. En este podemos ver una elección particular de los dos puntos (1 y 2) en el fluido, pero la ecuación de Bernoulli es válida para cualesquiera dos puntos en el fluido.





Cuando usas la ecuación de Bernoulli, ¿cómo sabes dónde escoger tus puntos? Tienes que seleccionar uno de los puntos en donde quieres determinar una variable desconocida. De otro modo, ¿cómo podrás resolver la ecuación para esa variable? Típicamente, escogerás el segundo punto en una posición donde se te ha dado alguna información o donde el fluido está abierto a la atmósfera, ya que la presión absoluta ahí es la presión atmosférica:  $P_{atm} = 1.01 \times 10^5 Pa$ .

Observa que la  $h$  se refiere a la altura del fluido por encima de un nivel arbitrario que puedes escoger de cualquier forma que te resulte conveniente. Típicamente, es más fácil escoger al más bajo de los dos puntos (1 o 2) como la altura donde  $h = 0$ . La  $P$  se refiere a la presión en ese punto. Puedes escoger usar la presión manométrica o la presión absoluta, pero cualquier presión que decidas usar (manométrica o absoluta) debes utilizarla en el otro lado de la ecuación. No puedes sustituir la presión manométrica en el punto 1 y la presión absoluta en el punto 2. De mismo modo, si sustituyes la presión manométrica en el punto 1 y resuelves para la presión en el punto 2, el valor que obtengas será la presión manométrica en el punto 2 (no la presión absoluta).

Los términos  $\frac{1}{2}\rho v_1$  y  $\rho g h_1$  en la ecuación de Bernoulli se parecen a la energía cinética  $\frac{1}{2}mv^2$  y la energía potencial  $mgh$ , solo con el término de la masa  $m$  intercambiado por el de la densidad  $\rho$ . Así que no debe sorprendernos que la ecuación de Bernoulli sea el resultado de aplicarle la conservación de la energía a un fluido que se mueve.



ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Instrucciones: Después de dar lectura al siguiente artículo, comente con sus compañeros de equipo, escriba una reflexión de una cuartilla sobre el tema.	Reflexión	

## Física del Cuerpo Humano

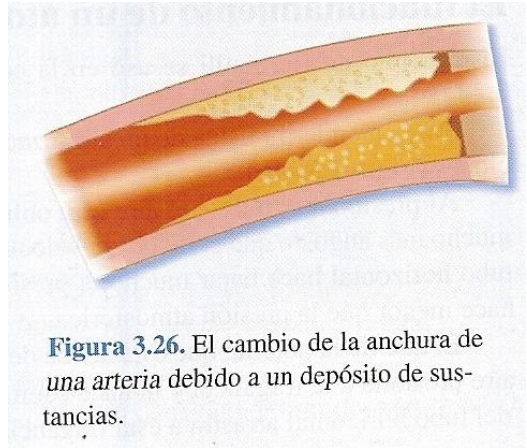
### Principio de Bernoulli y los infartos

El estado avanzado de las arterioesclerosis se caracteriza por la formación de una placa de depósitos en la pared interna de las arterias, que hace disminuir el diámetro de la luz de las arterias. La arteria se ve más angosta (*Figura 3.26*).

Para mantener el mismo flujo, la velocidad de la sangre en la parte angosta tiene que aumentar. Esto requiere un esfuerzo adicional del corazón.

Cuando la velocidad de la sangre aumenta, de acuerdo con el principio de Bernoulli, disminuye su presión. La presión externa puede ser suficientemente grande para aplastar el tubo y estrechar aún más la parte angosta y así detener instantáneamente el flujo de la sangre. Cuando la sangre deja de fluir, desaparece el efecto Bernoulli y la arteria se abre de nuevo. Pero la circulación puede causar otra vez el aumento de la velocidad y el aplastamiento de la arteria.

Estas discontinuidades del flujo de sangre se oyen a través del estetoscopio. Las frecuentes deformaciones de la arteria pueden hacer que una parte de la placa se desprege, que se mueva a través del sistema circulatorio y que tape las arterias que llevan sangre y oxígeno al corazón. Esto puede provocar un infarto al corazón.



**Figura 3.26.** El cambio de la anchura de una arteria debido a un depósito de sustancias.

\*Fuente: Slisko, Josip. *Física: El Gimnasio de la Mente 2 Bachillerato General* Pearson Educación, México 2009; pp78.

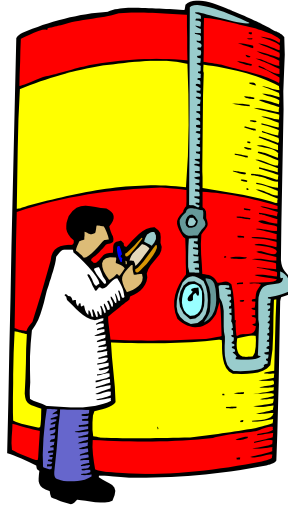
## PRACTICANDO

### EJERCICIOS RESUELTOS

- Un tanque de almacenamiento para agua, se abastece a través de un tubo de 2.5 cm de diámetro interno, el cual se conecta al tubo principal cuyo diámetro interno es de 3 cm. La velocidad del agua que fluye por el tubo principal es de 5 m/s y su presión es de  $5 \times 10^5$  Pascales. Si la salida del agua está a una altura de 4.5 m sobre el suelo. Encuentra la velocidad y la presión del agua, en el tubo de salida.

#### Datos

$$\begin{aligned} D_2 &= 2.5 \text{ cm} \\ D_1 &= 3 \text{ cm} \\ v_1 &= 5 \text{ m/s} \\ P_1 &= 5 \times 10^5 \text{ Pa} \\ h_1 &= 0 \\ h_2 &= 4.5 \text{ m} \\ v_2 &=? \\ P_2 &=? \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$



#### Fórmulas

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$v_2 = \frac{D_1^2}{D_2^2} v_1$$

#### Desarrollo

$$v_2 = \frac{(3 \text{ cm})^2}{(2.5 \text{ cm})^2} (5 \text{ m/s})$$

$$v_2 = 7.2 \text{ m/s}$$

Según la ecuación del principio de Bernoulli:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \text{porque } h_1 = 0$$

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 - \rho g h_2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \text{despejando } P_2$$

$$P_2 = (5 \times 10^5 \text{ Pa}) + \frac{1}{2} (1000 \text{ kg/m}^3) (5 \text{ m/s})^2 - (1000 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) (4.5 \text{ m})$$

$$- \frac{1}{2} (1000 \text{ kg/m}^3) (7.2 \text{ m/s})^2$$

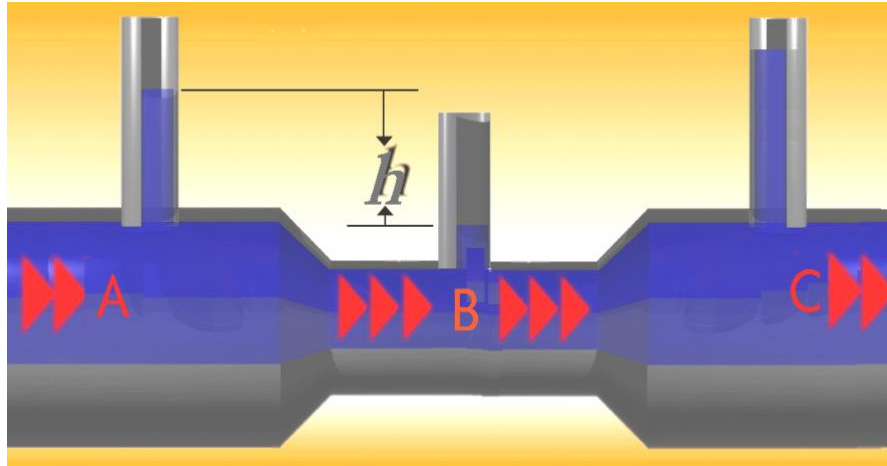
$$P_2 = 512\,500 \text{ Pa} - 44\,100 \text{ Pa} - 25\,920 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 441\,980 \text{ Pa}$$

## PRESIÓN Y VELOCIDAD

Como se ha indicado la velocidad del fluido aumenta cuando pasa a través de una constricción, pero, ¿qué pasa con la presión?

Analiza la siguiente figura:



Al aumentar la velocidad de un fluido en una constricción tiene, como consecuencia, una disminución de presión. Al aumentar la velocidad del fluido en la sección *B* implica que la fuerza de empuje de la sección transversal *A* es mayor que la fuerza de resistencia de la sección transversal *B*, por lo tanto, la presión en *A* y *C* es mayor que en *B*, como lo indican los tubos insertados en *A* y *C*: el nivel de fluido del tubo que está en la sección *B* es menor que el nivel de los tubos en las secciones *A* y *C*.

Considerando que *h* es la diferencia de altura, entonces, la diferencia de presión está dada por:

$$P_A - P_B = \rho h g$$

El principio establecido a través de la figura anterior se le conoce como **medidor Venturi**.

*Es posible calcular la velocidad del agua que fluye por un tubo horizontal, con este dispositivo, a partir de la diferencia de presiones.*

Para establecer un procedimiento matemático del principio del *medidor de Venturi*, sigamos este sencillo razonamiento.

Cuando un líquido es estacionario,  $v_1$  y  $v_2$ , tienen un valor igual a cero

Utilizando la ecuación del Principio de Bernoulli:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad v_1 \text{ y } v_2 = 0$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho g h_2 - \rho g h_1$$

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_2 - h_1)$$

ordenando términos  
factorizando en el segundo miembro  
haciendo  $h_2 - h_1 = h$

$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

Por otra parte, de la misma ecuación de Bernoulli, tenemos:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

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

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

$$\rho g h = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

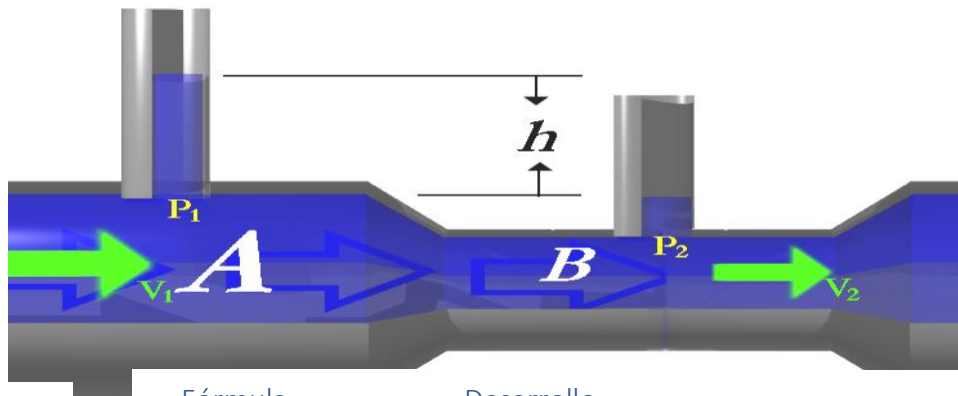
$$2 g h = v_2^2 - v_1^2$$

eliminando  $\rho g h_1$  y  $\rho g h_2$   
ordenando términos  
igualando con la ecuación anterior  
multiplicando por 2 y dividiendo entre  $\rho$   
despejando  $v_2$ , tenemos, finalmente.

$$v_2 = \sqrt{2gh + v_1^2}$$

## EJERCICIOS RESUELTOS

1. Por un tubo de Venturi fluye agua con velocidad 6 m/s en la sección transversal A, como se muestra en la figura. Calcula la velocidad que adquirirá el agua al pasar por la sección B, si  $h = 10$  cm.



### Datos

$$v_1 = 6 \text{ m/s}$$

$$v_2 = ?$$

$$h = 10 \text{ cm}$$

### Fórmula

$$v_2 = \sqrt{2gh + v_1^2}$$

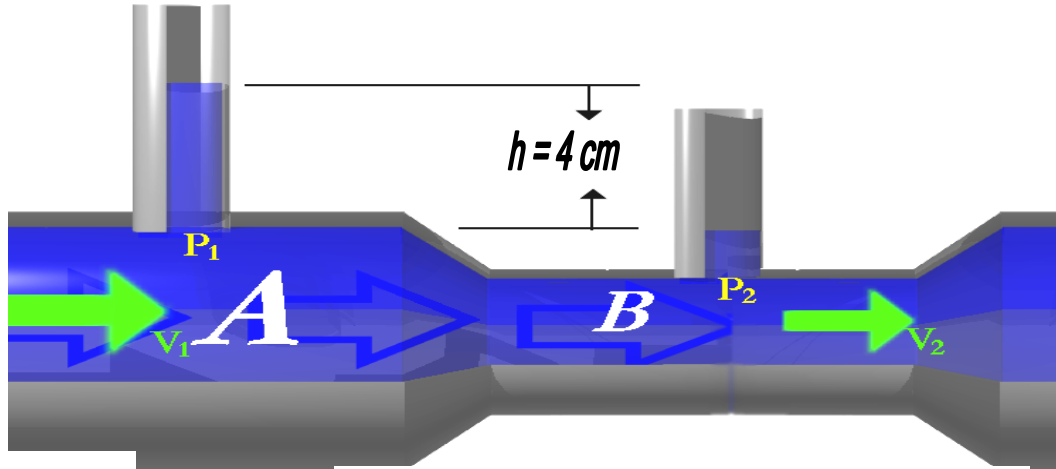
### Desarrollo

$$v_2 = \sqrt{2 (9.8 \text{ m/s}^2)(0.1 \text{ m}) + (6 \text{ m/s}^2)}$$

$$v_2 = \sqrt{37.96 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$v_2 = 6.16 \text{ m/s}$$

2. Un **medidor Venturi** tiene un diámetro de 9 cm en el tubo principal y, en la reducción, un diámetro de 3 cm. La diferencia de presiones, corresponde a 4 cm de altura, en la columna de mercurio. Encuentra cuantos litros de agua pasarán en un día por este dispositivo. Observa la figura.



Datos

Fórmulas y Desarrollo

- $D_1 = 9 \text{ cm}$
- $D_2 = 3 \text{ cm}$
- $h = 4 \text{ cm}$
- $Q = \text{Its/día?}$

La ecuación del Principio de Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$\rho$  = la densidad del agua en dos puntos situados a la misma altura, por lo tanto,  $h_1 = h_2$  y la ecuación quedará:

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

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

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \dots\dots\dots (1)$$

La velocidad  $v_2$  del agua, en la parte angosta, esta dada por:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

Elevando al cuadrado:

$$v_2^2 = \left[ \frac{A_1}{A_2} \right]^2 v_1^2 \dots\dots\dots (2)$$

Sustituyendo (2) en (1), tenemos:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left[ \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2 v_1^2 - v_1^2 \right]$$





$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left[ \frac{v_1^2 (A_1^2 - A_2^2)}{A_2^2} \right] \qquad P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left[ \frac{A_1^2 - A_2^2}{A_2^2} \right]$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left[ \frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right] \dots\dots\dots (3)$$

Para calcular  $\frac{A_1^2}{A_2^2}$  utilizamos la fórmula:  $A = \frac{\pi D^2}{4}$ , por lo tanto:

$$\frac{A_1^2}{A_2^2} = \left[ \frac{D_1^2}{D_2^2} \right]^2 = \left[ \frac{D_1}{D_2} \right]^4 = \left[ \frac{9 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} \right]^4 = 81 \dots\dots\dots (4)$$

Para calcular la diferencia de presiones en el tubo de mercurio, consideramos que:

$$P_1 - P_2 = \rho' g h$$

Donde  $\rho'$  es la densidad del mercurio, por lo tanto:

$$P_1 - P_2 = (13.6 \text{ g/cm}^3)(980 \text{ cm/s}^2)(4 \text{ cm})$$

$$P_1 - P_2 = 53\,312 \text{ d/cm}^2 \dots\dots\dots (5)$$

Sustituyendo (4) y (5) en (3), considerando que la densidad de agua es:  $\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$  y despejando el valor de  $v_1$ , resulta:

$$v_1 = 36.5 \text{ cm/s}$$

Ahora se puede calcular el gasto:  $Q = A_1 v_1$

$$Q = \frac{\pi (9 \text{ cm})^2}{4} (36.5 \text{ cm/s}) \qquad Q = 2\,322 \text{ cm}^3/\text{s}$$

En un día (86 400 s), pasará una cantidad aproximada de:  $Q = 2 \times 10^8 \text{ cm}^3/\text{día}$

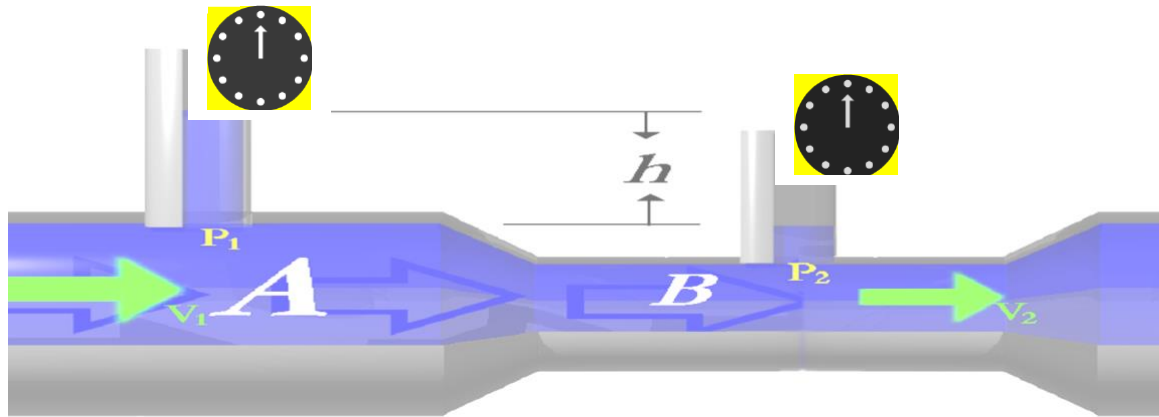
$$Q = 2 \times 10^5 \text{ litros / día}$$

### TUBO DE VENTURI

Como ya se indicó anteriormente, el **Tubo de Venturi** se emplea para medir la velocidad de un líquido que circula a presión dentro de una tubería. Al medir la presión en la parte ancha y en la estrecha por medio de dos manómetros acoplados en esos puntos, y conociendo el valor de las áreas de sus respectivas secciones transversales, se puede calcular la velocidad del líquido a través de la tubería por la que circula, considerando lo siguiente:

De acuerdo con la ecuación del Principio de Bernoulli, la suma de las energías cinética, potencial y de presión en los puntos *A* y *B*, de la siguiente figura es:





Esquema del tubo de Venturi utilizado para medir la velocidad de un líquido

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \dots \dots \dots \text{Ec. de Bernoulli}$$

Dividiendo la ecuación entre  $\rho$  y considerando los puntos A y B, tenemos:

$$\frac{v_A^2}{2} + g h_A + \frac{P_A}{\rho} = \frac{v_B^2}{2} + g h_B + \frac{P_B}{\rho} \dots \dots \dots (1)$$

Como la altura a la que se encuentran los puntos A y B es la misma, podemos eliminar los términos correspondientes a su energía potencial,  $g h_A$  y  $g h_B$ , por lo que la ecuación 1 queda:

$$\frac{v_A^2}{2} + \frac{P_A}{\rho} = \frac{v_B^2}{2} + \frac{P_B}{\rho} \dots \dots \dots (2)$$

Reagrupando términos:

$$\frac{P_A}{\rho} - \frac{P_B}{\rho} = \frac{v_B^2}{2} - \frac{v_A^2}{2} \dots \dots \dots (3)$$

Multiplicando por 2, la ecuación 3, tenemos:

$$\frac{2}{\rho} (P_A - P_B) = v_B^2 - v_A^2 \dots \dots \dots (4)$$

De acuerdo con la ecuación de continuidad, sabemos que el gasto en A es igual al gasto en B, por lo que:

$$v_A A_A = v_B A_B \dots \dots \dots (5)$$

Despejando  $v_B$ , e tiene:

$$v_B = \frac{v_A A_A}{A_B}$$

sustituyendo la ecuación 6 en la 4:

$$\frac{2}{\rho} (P_A - P_B) = \left( \frac{v_A A_A}{A_B} \right)^2 - v_A^2$$





La ecuación anterior se puede escribir como:

$$\frac{2}{\rho} (P_A - P_B) = \frac{v_A^2 A_A^2}{A_B^2} - v_A^2 \dots\dots\dots(7)$$

Utilizando como factor común a  $v_A^2$ .

$$\frac{2}{\rho} (P_A - P_B) = v_A^2 \left( \frac{A_A^2}{A_B^2} - 1 \right) \dots\dots\dots(8)$$

Finalmente, al despejar de la ecuación anterior la velocidad en el punto A nos queda la ecuación para calcular la velocidad de un líquido mediante el empleo de un **tubo de Venturi**.

$$v_A = \sqrt{\frac{\frac{2}{\rho} (P_A - P_B)}{\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 - 1}}$$

**EJERCICIO RESUELTO**

- Un tubo de Venturi tiene un diámetro de 0.1524 m y una presión de  $4.2 \times 10^4 \text{ N/m}^2$  en su parte más ancha. En el estrechamiento, el diámetro es de 0.0762 m y la presión es de  $3 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ . ¿Cuál es la velocidad del agua que fluye a través de la tubería?

**Datos**

- $D_A = 0.1524 \text{ m}$
- $P_A = 4.2 \times 10^4 \text{ N/m}^2$
- $D_B = 0.0762 \text{ m}$
- $P_B = 3 \times 10^4 \text{ N/m}^2$
- $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- $v_A = ?$

**Desarrollo**

$$v_A = \sqrt{\frac{\frac{2}{1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} (4.2 \times 10^4 \text{ N/m}^2 - 3 \times 10^4 \text{ N/m}^2)}{\left(\frac{\frac{\pi}{4} (0.1524 \text{ m})^2}{\frac{\pi}{4} (0.0762 \text{ m})^2}\right)^2 - 1}}$$

**Fórmula**

$$v_A = \sqrt{\frac{\frac{2}{\rho} (P_A - P_B)}{\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 - 1}}$$

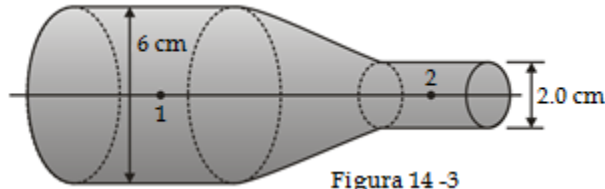
$$v_A = \sqrt{\frac{(0.002 \text{ m}^3/\text{kg})(1.2 \times 10^4 \text{ kg m/s}^2 \text{ m}^2)}{15.99 - 1}}$$

**$v_A = 1.26 \text{ m/s}$**

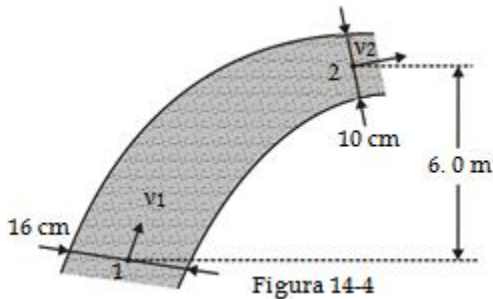


ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguientes ejercicios indicando todo su procedimiento y subrayando la(s) respuesta(s).	Ejercicios resueltos	

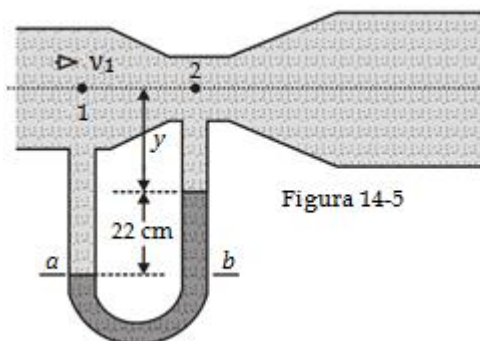
1. Un tubo horizontal tiene la forma que se presenta en la figura 14-3. En el punto 1 el diámetro es de 6.0 cm, mientras que en el punto 2 es sólo de 2.0 cm. En el punto 1,  $v_1 = 2.0$  m/s y  $P_1 = 180$  kPa. Calcule  $v_2$  y  $P_2$ .  
**Resp.  $v_2 = 18$  m/s,  $P_2 = 20$  kPa**



2. El tubo que se muestra en la figura 14-4 tiene un diámetro de 16 cm en la sección 1 y 100 cm en la sección 2. En la sección 1 la presión es de 200 kPa. El punto 2 está 6.0 m más alto que el punto 1. Si un aceite de  $800$  kg/m<sup>3</sup> de densidad fluye a una tasa de  $0.030$  m<sup>3</sup>/s, encuentre la presión en el punto 2 si los efectos de la viscosidad son despreciable. **Resp.  $P_2 = 1.48$  E5 Pa**



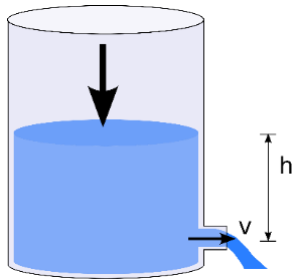
3. En la figura 14-5 se muestra un medidor Venturi equipado con un manómetro diferencial de mercurio. En la toma, punto 1, el diámetro es de 12 cm, mientras que, en la garganta, punto 2, el diámetro es de 6.0 cm. ¿Cuál es el flujo  $Q$  de agua a través del medidor, si la lectura en el manómetro es de 22 cm? La densidad del mercurio es de  $13.6$  gcm<sup>3</sup>. **Resp.  $Q = 0.022$  m<sup>3</sup> /s.**



## 8. Teorema de Torricelli

Colaboración: Chihuahua - Hidalgo - Tlaxcala

El físico Evangelista Torricelli fue el primero en calcular con qué velocidad sale agua de una perforación. El teorema de Torricelli o **principio de Torricelli** es una aplicación del **principio de Bernoulli** y estudia el flujo de un líquido contenido en un recipiente, a través de un pequeño orificio, bajo la acción de la gravedad.



*“La velocidad que adquiere un fluido, contenido en un depósito, al salir por una perforación, es igual a la velocidad que adquiere un cuerpo en caída libre, soltado desde la superficie libre del fluido”*

$$v = \sqrt{2gh}$$

Donde:

v = velocidad

g = gravedad

h = altura de la columna de líquido

El teorema de Torricelli es una aplicación del Teorema de Bernoulli.

### PRACTICANDO

El pequeño tubo de salida de un tanque de agua está a 3 m por debajo de la superficie del agua. Calcule la velocidad de salida del agua.

Datos	Fórmula	Despeje	Sustitución	Resultado
$h = 3\text{ m}$ $g = 9.8\text{ m/s}^2$ $v = ?$	$v = \sqrt{2gh}$	No aplica	$v = \sqrt{(2)(9.8)(3)}$	$V = 7.66\text{ m/s}$

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguientes ejercicios indicando el procedimiento.	Ejercicios resueltos	

1. ¿Con qué velocidad sale un líquido por un orificio que se encuentra bajo una columna de agua de 1.4 m de altura?

Datos	Fórmula	Despeje	Sustitución	Resultado

2. Determine a qué altura está la superficie libre del agua en un recipiente si se sabe que en un orificio en el fondo del recipiente, el agua sale a 10 m/s

Datos	Fórmula	Despeje	Sustitución	Resultado

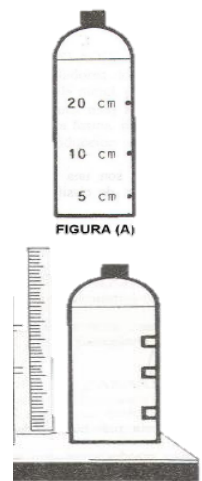
ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Realiza la actividad experimental y entrega tu reporte con todos sus elementos: obtivo, materiales, conclusión, etc.	Reporte	

Material y equipo a utilizar

Cantidad	Descripción
1	Botella de plástico transparente de 1.5 lt sin etiqueta*
1	Clavo de 1in.
1	Pinzas (mecánicas o de electricista)
1	Marcador permanente color negro*
1	Cinta adhesiva de 18 mm*
1	Regla de 30 cm*
1	Cronometro*
1	Jeringa de 3 o 5ml

**Desarrollo.**

1. Marca con un plumón permanente una botella de plástico en tres puntos diferentes, partiendo de la base a 5 cm( abajo), a los 10 cm (en medio) y a los 20 cm (arriba) como se observa en la figura.
2. Sujeta el clavo por la cabeza con la pinza y utilizando el encendedor calienta el extremo con punta del clavo hasta el rojo vivo.
3. Enseguida realiza las perforaciones en el área marcada una a una de la botella de plástico y deja enfriar el clavo antes de ser desechado.
4. Coloca un trozo de cinta adhesiva tapando los orificios de la botella.
5. Llena la botella con agua de la llave hasta el cuello de la misma y colócala sobre la orilla de la mesa.



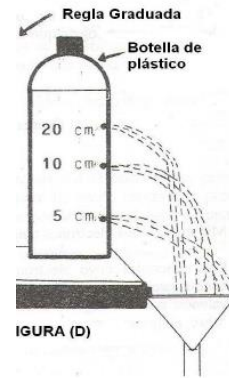
- Corta con tijeras la otra botella para hacer un depósito para el agua y colócala cerca de la orilla de la mesa con el propósito de no derramar el agua sobre la superficie de la misma.
- Retira una por una las cintas adhesivas de arriba hacia abajo y observa detenidamente como es la salida del agua por cada orificio; anota donde sale con mayor y menor velocidad y cuál crees que es la causa.

---

---

---

---



- Una vez que la botella se vacíe hasta el último orificio, sécala con la franela por la parte de afuera y coloca de nuevo la cinta adhesiva en cada orificio.
- Llena nuevamente la botella de agua.
- Destapa únicamente el orificio superior con una altura de 20 cm sobre la base, simultáneamente pon en marcha el cronometro y recibe el líquido desalojado durante 10 segundos registrados en el cronometro, mide el volumen desalojado con la jeringa y determina el **gasto** y el **flujo** con las siguientes expresiones:  $Q = V/t$ ,  $f = m/t$

Registra los datos:  $Q =$  \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3/\text{s}$   $f =$  \_\_\_\_\_  $\text{g/s}$ .

- Tapa una vez más el orificio destapado anteriormente y llena nuevamente la botella.
- Ahora destapa solamente el orificio de en medio a 10 cm de la base, simultáneamente pon en marcha el cronometro y recibe el líquido desalojado durante 10 segundos registrados en el cronometro calcula gasto y el flujo y registra los datos:  $Q =$  \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3/\text{s}$   $f =$  \_\_\_\_\_  $\text{g/s}$ .
- Repite el paso 12 y ahora destapa únicamente el orificio inferior de 5 cm de profundidad de la base y recibe el líquido durante 10 segundos cronometrados. Calcula el gasto y el flujo, registra los datos:  $Q =$  \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3/\text{s}$   $f =$  \_\_\_\_\_  $\text{g/s}$ .
- Mide nuevamente la altura de la columna de agua que hay en cada uno de los orificios y determina la presión hidrostática, para cada uno de ellos (cuando el envase este totalmente lleno de agua), para lo cual deberás aplicar la formula siguiente:  $P_h = \rho \cdot g \cdot h$  y anota los resultados en la tabla 1.



**TABLA No.1**

Orificio	Densidad	Gravedad	Altura de columna de agua	P. Hidrostática (Pa)
SUPERIOR				
MEDIO				
INFERIOR				

15. Aplica el Teorema de Torricelli y calcula con que velocidad en m/s sale el agua en cada uno de los orificios cuando la botella de plástico está totalmente llena de agua.

**TABLA No. 2**  
**GASTO Y VELOCIDAD DE SALIDA**

Orificio	h (m)	v (m/s)
SUPERIOR		
MEDIO		
INFERIOR		

16. Realiza una gráfica donde indiques como varía la velocidad del líquido con respecto a la presión hidrostática (valores Tabla 1 y 2). En las conclusiones explica los resultados.



ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Responde el siguiente cuestionario.	Cuestionario resuelto.	

1. De acuerdo a lo aprendido en ésta actividad experimental y complementando con lo aprendido en clases anteriores, coloca en el paréntesis de la izquierda una “V” si el enunciado es verdadero y una “F” si es falsa.

- ( ) El Teorema de Torricelli es una aplicación del de Bernoulli.
- ( ) Existe una relación inversa entre la velocidad de salida de un líquido y la altura de éste.
- ( ) El tubo Venturi permite medir velocidades dentro de una tubería.
- ( ) El efecto Venturi se utiliza en carburadores de automóviles.
- ( ) Un líquido disminuye su presión al aumentar la velocidad debido a la reducción del diámetro.
- ( ) Se llama flujo ideal al fluido de viscosidad nula, incompresible, estacionario e irrotacional.

2. Para el tanque de la figura mostrada, aplicando la fórmula del Teorema de Torricelli, calcula la velocidad para las siguientes profundidades:

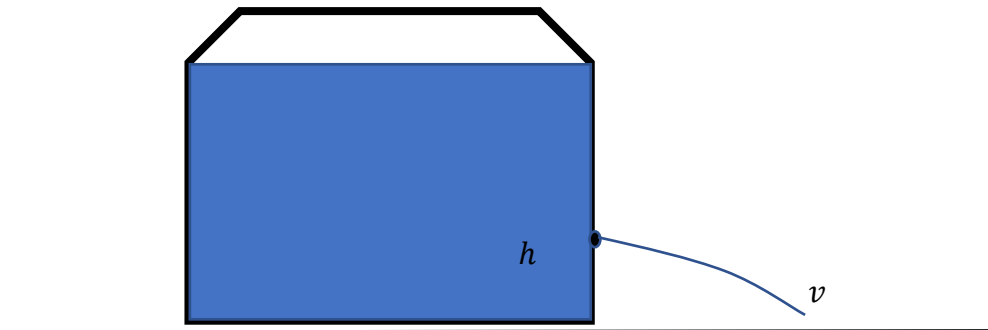


Tabla 3

Profundidad en $m$	Velocidad en $m/s$
0	
0.5	
1	
1.5	
2	
2.5	

Realiza una gráfica donde indiques como varía la velocidad del líquido con respecto a la presión hidrostática (valores Tabla 1 y 2). En las conclusiones explica los resultados.



## 9. Escalas de Temperatura

Colaboración: Aguascalientes - Veracruz.

### Temperatura

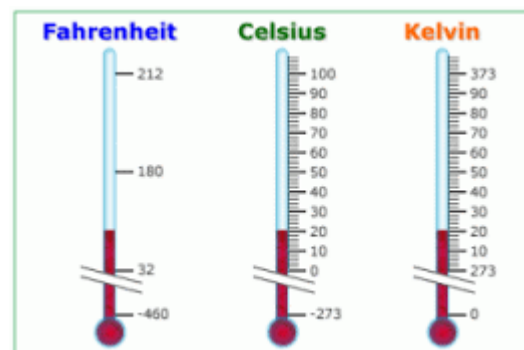
La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro.

Dicha energía interna se expresa en términos de calor y frío, siendo el primero asociado con una temperatura más alta, mientras que el frío se asocia con una temperatura más baja. Las unidades de medida de temperatura son los grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), los grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) y los grados Kelvin (K). El cero absoluto (0 K) corresponde a  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

Fahrenheit :Daniel Gabriel Fahrenheit (1686–1736) era un físico alemán que inventó el termómetro de alcohol en 1709 y el termómetro de mercurio en 1714. La escala de temperatura Fahrenheit fue desarrollada en 1724. Fahrenheit originalmente estableció una escala usando la temperatura de agua salada helada y la temperatura del cuerpo humano. haciendo que el intervalo entre el punto de ebullición y congelamiento del agua salada fuera de 180 divisiones (y haciendo que la temperatura del cuerpo fuese  $98.6^{\circ}\text{F}$ ). La escala Fahrenheit es utilizada en el (SUEU) Sistema Único de los Estados Unidos.

Celsius :Anders Celsius (1701–1744) fue un astrónomo suizo que inventó la escala centígrada en 1742. Celsius escogió el punto de fusión del hielo y el punto de ebullición del agua como sus dos temperaturas de referencia para dar con un método simple y consistente de un termómetro de calibración. Celsius dividió la diferencia en la temperatura entre el punto de congelamiento y de ebullición del agua en 100 divisiones (de ahí el nombre centi, que quiere decir cien, y grado). Después de la muerte de Celsius, la escala centígrada fue llamada escala Celsius y el punto de congelamiento del agua se fijo en  $0^{\circ}\text{C}$  y el punto de ebullición del agua en  $100^{\circ}\text{C}$ . La escala Celsius toma precedencia sobre la escala Fahrenheit en la investigación científica porque es más compatible con el formato basado en los decimales del Sistema Internacional (SI) del sistema métrico. Además, la escala de temperatura Celsius es comúnmente usada en la mayoría de países en el mundo.

Kelvin : La tercera escala para medir la temperatura es comúnmente llamada Kelvin (K). Lord William Kelvin (1824–1907) fue un físico Escocés que inventó la escala en 1854. La escala Kelvin está basada en la idea del cero absoluto, la temperatura teórica en la que todo el movimiento molecular se para y no se puede detectar ninguna energía.





La teoría, el punto cero de la escala Kelvin es la temperatura más baja que existe en el universo:  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La escala Kelvin usa la misma unidad de división que la escala Celsius. Puesto que no hay números negativos en la escala Kelvin (porque teóricamente nada puede ser más frío que el cero absoluto), es muy conveniente usar la escala Kelvin en la investigación científica cuando se mide temperatura extremadamente bajas.

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Escribe las expresiones matemáticas de equivalencia para las diferentes escalas de temperatura.	Tabla de expresiones matemáticas.	

	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{R}$
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{C}$	$T_c = 5/9(T_f - 32)$		
$^{\circ}\text{F}$		$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{F}$		
$^{\circ}\text{K}$			$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{K}$	
$^{\circ}\text{R}$				$T_R = T_F + 460$





ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Indica un a F si el enunciado es falso o una V si es verdadero.	Conjunto de enunciados clasificados.	

- \_\_\_\_\_ Se puede definir la temperatura como la cuantificación de la actividad molecular de la materia.
- \_\_\_\_\_ La ciencia que estudia la medición de la temperatura se llama Termometría.
- \_\_\_\_\_ La escala de temperatura desarrollada por el astrónomo Sueco Gabriel Anders Celsius consta de 100 Divisiones.
- \_\_\_\_\_ Comparando las escalas 0°C corresponde a 273 °K.
- \_\_\_\_\_ Las escalas absolutas se refieren a las escalas Celsius y Fahrenheit.
- \_\_\_\_\_ Las escalas relativas se refieren a las escalas Kelvin y Rankin.
- \_\_\_\_\_ El inventor del termómetro de mercurio fue Cristian Anders Celsius.
- \_\_\_\_\_ Se dice que el cero absoluto es el punto de congelación del H<sub>2</sub>O.
- \_\_\_\_\_ Se dice que el cero absoluto es el punto de congelación del O.
- \_\_\_\_\_ La teoría del cero absoluto es a los cero grados Rankin.
- \_\_\_\_\_ La ciencia que estudia la medición de la temperatura se llama Calorimetría.
- \_\_\_\_\_ La ciencia que estudia la medición de la temperatura se llama Termometría.
- \_\_\_\_\_ La escala de temperatura desarrollada por el astrónomo Sueco Gabriel Daniel Fahrenheit consta de 180 divisiones.
- \_\_\_\_\_ La teoría del cero absoluto es a los cero grados Kelvin.
- \_\_\_\_\_ La teoría del cero absoluto es a los cero grados Celsius.
- \_\_\_\_\_ La teoría del cero absoluto es a los cero grados Fahrenheit.
- \_\_\_\_\_ El inventor del termómetro de mercurio fue Gabriel Daniel Fahrenheit.





ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Completa la siguiente tabla obteniendo la temperatura indicada en las diferentes escalas, y en su cuaderno escriba el procedimiento completo.	Tabla de equivalencias de temperatura.	

°C	°K	°F	°R	Observaciones
		98.6		Temperatura normal del cuerpo humano.
0				Temperatura a la cual se congela el agua.
		212		Temperatura a la cual hierve el agua.
444.5				Punto de ebullición del azufre.
				Punto de ebullición del oxígeno.
	1336			El oro se funde.
		-40		Punto de congelación del mercurio.
56.5				Hierve la acetona.
-196				Hierve el nitrógeno líquido.
330				Punto de ebullición del plomo.
	460			Cero absoluto





ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
<p>Completa la siguiente tabla obteniendo el cambio de temperatura (<math>\Delta T</math>) para cada caso en las diferentes escalas de temperatura.</p> <p><math>\Delta T = (\text{Temperatura final} - \text{Temperatura inicial})</math></p>	Tabla de intervalos de temperatura.	

C°	K°	F°	Intervalos de temperatura.
		$\Delta T = (70 - 20) \text{ } ^\circ\text{F}$ $\Delta T = 50 \text{ } ^\circ\text{F}$	Un riel de acero varía su temperatura de 20 °F a 70 °F
			Una pared de ladrillos térmicos tiene una temperatura interior de 313 °F y una temperatura interior de 73 °F
			La aleación de cobre se retira de un horno a 200 °C y se enfría a una temperatura 20 °C.





## 10. Calor

Colaboración: Campeche – Nuevo León – Michoacán

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Reflexiona las siguientes preguntas y contéstalas en tu libreta.	Reflexión sobre las preguntas..	

Preguntas reflexivas:

¿Por qué cuando dejas un metal al sol, al quererlo tomar lo sueltas inmediatamente?

¿Por qué cuando dejas un pedazo de madera al sol, al quererlo tomar no tiene los mismos efectos que el metal?

### INTRODUCCIÓN:

El calor se define como la energía en tránsito cedida o absorbida entre dos cuerpos, cuyas masas se encuentran a temperaturas que varían en un número determinado de grados, es decir, dichos cuerpos se encuentran a diferentes temperaturas.

En nuestra vida cotidiana estamos en contacto directo con los cuerpos que nos rodean (llaves, platos, metales en casa) los cuales tienen diferentes temperaturas, siendo capaces de establecer diferencias entre los cuerpos calientes y los menos calientes, pero no podemos determinar la cantidad de calor que poseen los cuerpos por simple contacto con ellos, necesitamos de algo más determinante. Así como la termometría nos muestra las escalas para la medición de la temperatura, la Calorimetría nos muestra las unidades para cuantificar el calor.

Calorimetría.- Es la rama de la Física que estudia la medición de las cantidades de calor, o sea las cantidades de energía que intervienen en los procesos térmicos.

Las unidades de Calor en el sistema internacional de unidades es el **Joule**. Sin embargo, se utiliza con más frecuencia la unidad denominada **caloría**.

Caloría en Física es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un GRAMO de agua, en un grado **centígrado**.

Las unidades de Calor en el sistema inglés de unidades es el **BTU**.

**BTU** es la cantidad de calor aplicada a una **libra** de agua (44 g) para elevar su temperatura en un **grado Fahrenheit**.

Por otro lado se ha observado que al suministrar la misma cantidad de calor a dos sustancias diferentes el aumento de temperatura no es el mismo. En este caso nos estaremos refiriendo a una propiedad de las sustancias llamada Capacidad calorífica y se define como:





Capacidad Calorífica (C) se define como la relación existente entre la cantidad de calor  $\Delta Q$  que recibe y su correspondiente elevación de temperatura  $\Delta T$ . Su ecuación matemática sería:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

Las unidades en que se puede expresar la Capacidad Calorífica pueden ser: **Cal/°C, Kcal/°C, J/°C, J/°k o BTU/°C.**

Se observó también que al calentar dos trozos de hierro, uno de 2 kg y otro de 10 kg, la relación  $\Delta Q/\Delta T = C$  es diferente entre los dos trozos, aunque se trate de la misma sustancia. Pero si dividimos ambos resultados entre sus masas correspondientes el valor se vuelve igual para ambos casos, es decir, se vuelve constante. A esta relación  $C/m = \text{Constante}$  se le dio el nombre de Calor específico (Ce) o Capacidad Calorífica específica y es una propiedad característica y exclusiva de cada sustancia.

$$Ce = \frac{C}{m} = \frac{\frac{\Delta Q}{\Delta T}}{m} = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$

$$Ce = \frac{\Delta Q}{m\Delta T}$$

Es importante definir el concepto de CALOR ESPECÍFICO

Es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado de la temperatura de una unidad de masa y aclaramos que cada sustancia tiene su propio valor de calor específico.

La fórmula que nos permite determinar la cantidad de calor (Q) cedida o absoluta por un cuerpo de masa y calor específico, cuando su temperatura inicial varía hasta la temperatura final se puede calcular mediante la fórmula:

$$Q = c m (T_f - T_i)$$

En donde:

c = calor específico de una sustancia.

Q = calor.

m = masa de dicha sustancia.

$T_i$  = temperatura inicial.

$T_f$  = temperatura final.







## PRACTICANDO

1) En una esfera de metal se encontró que su masa es de 15 gramos, y su cantidad de calor es de 8.5 calorías, inicialmente tenía una temperatura de 10°C y terminó en 20°C:

- ¿Cuál es el valor del calor específico?
- ¿De qué material es la esfera?



Datos:

$m = 15$  gramos

$T_0 = 10^\circ\text{C}$

$T_f = 20^\circ\text{C}$

Fórmulas:

$$c = Q/m\Delta t =$$

Desarrollo:

$$c = 8.5 \text{ cal} / (15\text{g})(10^\circ\text{C}) = 0.056 \text{ cal}/^\circ\text{C}$$

- Si se busca en la tabla de calores específicos de algunas sustancias, encontrarás que el metal de que está hecho la esfera es de Plata.

2) ¿Qué cantidad de calor se necesitan suministrar a 500 g de agua para que eleve su temperatura de 10°C a 80°C?  $Ce_{\text{Agua}} = 1 \text{ Cal} / \text{g}\cdot^\circ\text{C}$ . Expresar el resultado en unidades de energía mecánica.

Datos:

$m = 500\text{g}$

$T_i = 10^\circ\text{C}$

$T_f = 80^\circ\text{C}$

$Ce = 1 \text{ Cal} / \text{g}\cdot^\circ\text{C}$

Incógnita:

$Q =$

Fórmula:

$$Ce = \frac{Q}{m(T_f - T_i)}$$

Despeje:

$$Q = \frac{Q}{m(T_f - T_i)} = Ce$$

$$Q = m Ce (T_f - T_i)$$

Desarrollo:

$$Q = (500 \text{ g}) (1 \text{ Cal} / \text{g}\cdot^\circ\text{C})(80^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$$

$$Q = (500 \text{ Cal}/^\circ\text{C}) (70^\circ\text{C})$$

$$Q = 35\,000 \text{ Cal}$$

Unidades caloríficas

Para expresar el resultado en unidades de energía mecánica nos auxiliamos del equivalente mecánico del calor:  $1 \text{ Cal} = 4.186 \text{ J}$

$$35\,000 \text{ Cal} \left( \frac{4.186 \text{ J}}{1 \text{ Cal}} \right) = 146\,510 \text{ Joule} \text{ Unidades mecánicas}$$

3) Seiscientos gramos de hierro se encuentran a una temperatura de 20°C. ¿Cuál será su temperatura final si se le suministran 8000 calorías?  $Ce_{\text{Fe}} = 0.113 \text{ Cal} / \text{g}\cdot^\circ\text{C}$ .

Datos:

$m = 600\text{g}$

$T_i = 20^\circ\text{C}$

$Q = 8000 \text{ Cal}$

$Ce_{\text{Fe}} = 0.113 \text{ Cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$

Incógnita:

$T_f =$

Fórmula:

$$Ce = \frac{Q}{m(T_f - T_i)}$$

Despeje:

$$Ce * m (T_f - T_i) = Q$$

$$T_f - T_i = \frac{Q}{m Ce}$$

$$T_f = \frac{Q}{m Ce} + T_i$$

Desarrollo

$$T_f = \frac{8000 \text{ Cal}}{(600 \text{ g})(0.113 \frac{\text{Cal}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}})} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_f = \frac{8000 \text{ Cal}}{67.8 \text{ Cal/g}} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_f = 117.99^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}$$

$$T_f = 137.99^\circ\text{C}$$



ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguientes ejercicios en forma correcta y organizada utilizando los protocolos correspondientes	Ejercicios resueltos en libreta utilizando los protocolos correspondientes	

1. Un bloque de cobre cuya masa es 250 gramos , absorbe calor y su temperatura se eleva de 20 °C a 150 °C. ¿Cuál es la cantidad de calor absorbida por el bloque de cobre?. Expresar el resultado en unidades caloríficas y en unidades mecánicas.



2. ¿Qué cantidad de calor se debe aplicar a una barra de plata de 12 Kg para que eleve su temperatura de 22 °C a 90 °C? Expresar el resultado en unidades caloríficas y en unidades mecánicas.



3. Determine el calor específico de un metal de 100 gramos que requiere 868 calorías para elevar su temperatura de 50 °C a 90 °C.



4. La temperatura inicial de una barra de aluminio de 3 kg es de 25°C. ¿Cuál será su temperatura final si al ser calentada recibe 12 000 Calorías?.



5. En el lago de Chapala, en Guadalajara, que contiene alrededor de  $4 \times 10^{11} \text{ m}^3$  de agua. ¿Cuánta energía mecánica se requiere para elevar esta cantidad de agua de 11 °C hasta 12 °C?



Nota: Recordemos que un kilogramo de agua equivale a un litro de agua

ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Realiza la siguiente actividad experimental.	Reporte de la actividad experimental.	

### ¿Es lo mismo calor que temperatura?

No, calor y temperatura no son la misma cosa. Es muy posible que esta idea te parezca extraña porque cotidianamente la solemos confundir. Sin embargo, te proponemos el siguiente experimento.

1. Llena dos ollas de agua, una con la mitad o la tercera parte de agua que la otra.



2. Ponlas ambas sobre una llama de igual intensidad. Anota el tiempo que tarda cada una de ellas en empezar a hervir
3. Mide la temperatura de cada una en el momento en que empiezan a hervir

Si lo haces comprobarás que: “La que tiene menos agua empieza a hervir antes, o lo que es lo mismo, ha necesitado menos energía para llegar al punto de ebullición”. Si mides la temperatura al comenzar a hervir en los dos casos, ambas temperaturas son iguales (en torno a 100 °C).

Esto es debido a que el fuego transfiere energía a la olla y esta a su vez al agua. A esa energía transmitida la conocemos como **calor**. En la que tiene menos agua se ha empleado menos calor para llegar a la misma temperatura. Por ende, **temperatura y calor no son la misma cosa**.

Toma evidencia de tu trabajo mediante un video o fotografías. Si no cuentas con la tecnología adecuada puedes dibujar en tu cuaderno las situaciones explicando tus conclusiones

## Transferencia de calor con cambio de fase

### Introducción

Dentro del mundo que nos rodea es un hecho conocido que cuando aplicamos o extraemos calor a una determinada sustancia, pueden suceder dos cosas:

1. Que al aplicar o extraer calor a la sustancia, esta simplemente aumente o disminuya su temperatura, manteniéndose intacto su estado de agregación o físico.
2. Que al aplicar o extraer calor a la sustancia, se genere en ésta un cambio de fase o estado de agregación.

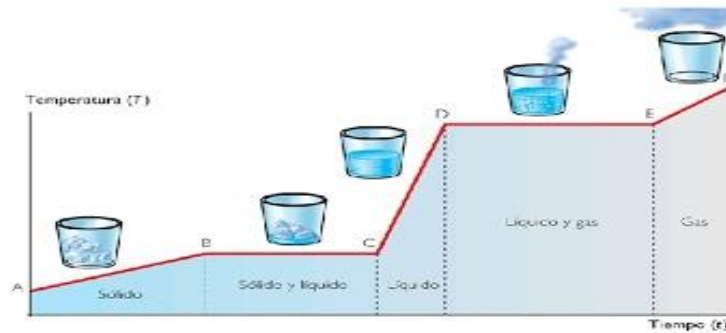
Cuando hablamos de cambio de fase debemos considerar que todas las sustancias requieren de una determinada cantidad de calor para que sus moléculas obtengan una mayor cantidad de energía, de manera que equilibren sus fuerzas de repulsión o la energía sea tal que sus fuerzas de repulsión sean mayores que las fuerzas de atracción y la sustancia pueda pasar a la siguiente fase o estado de agregación. Es importante señalar que durante los cambio de fase el calor aplicado o extraído a las sustancias no se refleja en un aumento o decremento en la temperatura, es decir, durante los cambios de fase la temperatura no varía.

**Calor latente** es el calor administrado a una sustancia para que lleve a cabo su cambio de fase o estado de agregación, sin que se refleje en ella, ninguna variación en su temperatura.

**Calor sensible** es el calor administrado a una sustancia que refleja en ella, una variación en su temperatura.



# CALOR SENSIBLE Y LATENTE



En función a los cambios de fases que se presentan en las sustancias tenemos:

**Calor latente de fusión** de una sustancia es la cantidad de calor que requiere 1 gramo de sólido para convertirse en un gramo de líquido, manteniéndose la temperatura constante.

La ecuación matemática para calcular el calor latente es:

$$L_f = \frac{Q}{m}$$

Donde:

$Q$  = Calor suministrado expresado: en Cal, J, BTU.

$m$  = Masa de la sustancia sólida expresada en: g, kg, Lb.

$L_f$  = Calor latente de fusión de la sustancia expresada en: Cal/g, J/kg, BTU/Lb.

## PRACTICANDO

1) Calcular el calor requerido para cambiar de fase 50 g de hielo (sólido) a 0°C a 50 g de agua (líquido) a 0°C, sabiendo que Calor latente de fusión del agua es 80 Cal/g.

Datos:      Incógnita:      Despeje:      Desarrollo:

$m = 50 \text{ g}$	$Q =$	$\frac{Q}{m} = L_f$	$Q = (50 \text{ g}) ( 80 \text{ Cal/g})$	Se requieren 4 000 Cal para
$L_f = 80 \text{ Cal/g}$	Formula:	$Q = m L_f$	$Q = 4000 \text{ Cal}$	transformar 50 g de hielo a 0°C
		$L_f = \frac{Q}{m}$		a 50 g de agua a 0°C.

**Calor latente de vaporización** de una sustancia es la cantidad de calor que requiere 1 gramo de líquido para convertirse en un gramo de vapor, manteniéndose la temperatura constante.

La ecuación matemática para calcular el calor latente es:

$$L_V = \frac{Q}{m}$$

Donde:

**Q** = Calor suministrado expresado: en *Cal, J, BTU*.

**m** = Masa de la sustancia líquida expresada en: *g, kg, Lb*.

**L<sub>V</sub>** = Calor latente de vaporización de la sustancia expresada en: *Cal/g, J/kg, BTU/Lb*.

2) Calcular el calor requerido para convertir 140 g de agua (Líquido) a 100°C a 100 g de vapor de agua a 100°C, sabiendo que el calor latente de vaporización del agua es de 540 Cal/g.

Datos:	Incógnita:	Despeje:	Desarrollo:
m = 140 g	Q =	$\frac{Q}{m} = L_V$	Q = (140 g) (540 Cal/g)
L <sub>V</sub> = 540 Cal/g	Fórmula:	Q = m L <sub>V</sub>	Q = 75 600 Cal
	$L_V = \frac{Q}{m}$		

Se requieren 75 600 Cal para convertir 140 g de agua a 100°C a vapor de agua a 100°C

Nota: Es adecuado señalar que para realizar el cambio de fase en una sustancia, ésta debe estar siempre a la temperatura de Fusión o Punto de fusión si se desea pasar del estado sólido al estado líquido y a la temperatura de ebullición o punto de ebullición si se desea pasar del estado líquido al estado de vapor.

### Problemas de transferencia de calor con cambios de estado

3) Se tienen 70 g de hielo a una temperatura de -15°C y se quieren transformar 70 g de vapor de agua a una temperatura de 130°C. El calor específico del hielo es 0.530 Cal/g-°C; el calor latente de fusión es 80 Cal/g, el calor específico del agua es 1 Cal/g-°C, el calor latente de vaporización del agua es 540 Cal/g y el calor específico del vapor de agua es 0.48 Cal/g-°C.



Para resolver este problema se deben realizar los siguientes pasos:

- Paso 1. Calcular el calor requerido (Q<sub>1</sub>) para pasar el hielo de T = -15°C a hielo a T = 0°C (Temperatura de fusión)
- Paso 2. Calcular el calor requerido (Q<sub>2</sub>) para realizar el cambio de fase del hielo (0°C), del estado sólido al estado líquido, manteniéndose la misma temperatura (0°C).
- Paso 3. Calcular el calor requerido (Q<sub>3</sub>) para pasar el agua de una temperatura de 0°C a una temperatura de 100°C.
- Paso 4. Calcular el calor requerido (Q<sub>4</sub>) para realizar el cambio de fase del agua a una temperatura de 100°C del estado líquido al estado de vapor a 100°C, manteniéndose la temperatura constante.
- Paso 5. Calcular el calor requerido (Q<sub>5</sub>) para pasar el vapor de agua de una temperatura de 100°C a una temperatura de 130°C.



Paso 6. Para calcular el total de calor requerido se suman los calores obtenidos en cada proceso, que en este caso fueron cinco:  $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

Paso 1

Datos:

$$m = 70 \text{ g}$$

$$C_{\text{hielo}} = 0.530 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_i = -15^\circ\text{C}$$

$$T_f = 0^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = ?$$

Fórmula:

$$Q_1 = m C_e (T_f - T_i)$$

Desarrollo:

$$Q_1 = (70 \text{ g}) (0.530 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}) [0^\circ\text{C} - (-15^\circ\text{C})]$$

$$Q_1 = (37.1 \text{ Cal/}^\circ\text{C}) (0^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 556.5 \text{ Cal}$$

Paso 2

Datos:

$$m = 70 \text{ g}$$

$$L_{f\text{-agua}} = 80 \text{ Cal/g}$$

$$Q_2 = ?$$

Fórmula:

$$Q_2 = m L_f$$

Desarrollo:

$$Q_2 = (70 \text{ g}) (80 \text{ Cal/g})$$

$$Q_2 = 5\,600 \text{ Cal}$$

Paso 3

Datos:

$$m = 70 \text{ g}$$

$$C_{\text{agua}} = 1 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_i = 0^\circ\text{C}$$

$$T_f = 100^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = ?$$

Fórmula:

$$Q_3 = m C_e (T_f - T_i)$$

Desarrollo:

$$Q_3 = (70 \text{ g}) (1 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}) (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = (70 \text{ Cal/}^\circ\text{C}) (100^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = 7\,000 \text{ Cal}$$

Paso 4

Datos:

$$m = 70 \text{ g}$$

$$L_{v\text{-agua}} = 540 \text{ Cal/g}$$

$$Q_4 = ?$$

Fórmula:

$$Q_4 = m L_v$$

Desarrollo:

$$Q_4 = (70 \text{ g}) (540 \text{ Cal/g})$$

$$Q_4 = 37\,800 \text{ Cal}$$

Paso 5

Datos:

$$m = 70 \text{ g}$$

$$C_{\text{vapor-agua}} = 0.48 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_i = 100^\circ\text{C}$$

$$T_f = 130^\circ\text{C}$$

$$Q_5 = ?$$

Fórmula:

$$Q_5 = m C_e (T_f - T_i)$$

Desarrollo:

$$Q_5 = (70 \text{ g}) (0.48 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C}) (130^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})$$

$$Q_5 = (33.6 \text{ Cal/}^\circ\text{C}) (30^\circ\text{C})$$

$$Q_5 = 1\,008 \text{ Cal}$$

Paso 6

Datos

$$Q_1 = 556.5 \text{ Cal}$$

$$Q_2 = 5\,600 \text{ Cal}$$

$$Q_3 = 7\,000 \text{ Cal}$$

$$Q_4 = 37\,800 \text{ cal}$$

$$Q_5 = 1\,008 \text{ Cal}$$

$$Q_T = ?$$

Fórmula:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

Desarrollo:

$$Q_T = 556.5 \text{ Cal} + 5\,600 \text{ Cal} + 7\,000 \text{ Cal} + 37\,800 \text{ Cal}$$

$$+ 1\,008 \text{ Cal}$$

$$Q_T = 51\,964.5 \text{ Cal}$$

Se requieren **51 964.5 Cal** para pasar los 70 g de hielo a  $T = -15^\circ\text{C}$  a 70 g de vapor de agua a una temperatura de  $130^\circ\text{C}$ .



4) Se tienen 50 g de hielo a una temperatura de  $-50^{\circ}\text{C}$  y se quieren transformar 50 g de vapor de agua a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ . El calor específico del hielo es  $0.530 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$ ; el calor latente de fusión es  $80 \text{ Cal/g}$ , el calor específico del agua es  $1 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$ , el calor latente de vaporización del agua es  $540 \text{ Cal/g}$  y el calor específico del vapor de agua es  $0.48 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$ .



Datos:

$m = 50 \text{ g}$  de hielo  
 $T_i = -50^{\circ}\text{C}$   
 $C_{e\text{hielo}} = 0.530 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$   
 $L_f = 80 \text{ Cal/g}$   
 $C_{e\text{agua}} = 1 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$   
 $L_v = 540 \text{ Cal/g}$   
 $C_{e\text{vapor}} = 0.48 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$   
 $T_{\text{vapor}} = 150^{\circ}\text{C}$   
 $Q_T =$

Incógnita:

$Q_1 = \text{Hielo } T_i = -50^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 0^{\circ}\text{C}$  Hielo  
 $Q_2 = \text{Hielo } T_i = 0^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 0^{\circ}\text{C}$  Líquido  
 $Q_3 = \text{Líquido } T_i = 0^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 100^{\circ}\text{C}$  Líquido  
 $Q_4 = \text{Líquido } T_i = 100^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 100^{\circ}\text{C}$  Vapor  
 $Q_5 = \text{Vapor } T_i = 100^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 150^{\circ}\text{C}$  Vapor sobrecalentado

Fórmulas:  $Q = m C_e (T_f - T_i)$ ;  $Q = m L_f$ ;  $Q = m L_v$ ;  $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$

Cálculo de  $Q_1$

$Q_1 = (50 \text{ g}) (0.530 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}) [0^{\circ}\text{C} - (-50^{\circ}\text{C})]$   
 $Q_1 = (26.5 \text{ Cal}^{\circ}\text{C}) [0^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}]$   
 **$Q_1 = 1\,325 \text{ Cal}$**

Cálculo de  $Q_4$

$Q_4 = (50 \text{ g}) (540 \text{ Cal/g})$   
 **$Q_4 = 27\,000 \text{ Cal}$**

Cálculo de  $Q_2$

$Q_2 = (50 \text{ g}) (80 \text{ Cal/g})$   
 **$Q_2 = 4\,000 \text{ Cal}$**

Cálculo de  $Q_5$

$Q_5 = (50 \text{ g}) (0.48 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}) (150^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C})$   
 $Q_5 = (24 \text{ Cal}^{\circ}\text{C}) (50^{\circ}\text{C})$   
 **$Q_5 = 1\,200 \text{ Cal}$**

Cálculo de  $Q_3$

$Q_3 = (50 \text{ g}) (1 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}) (100^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C})$   
 $Q_3 = (50 \text{ Cal}^{\circ}\text{C}) (100^{\circ}\text{C})$   
 **$Q_3 = 5\,000 \text{ Cal}$**

$Q_T = 1\,325 \text{ Cal} + 4\,000 \text{ Cal} + 5\,000 \text{ Cal} + 27\,000 \text{ Cal} + 1\,200 \text{ Cal}$   
 **$Q_T = 38\,525 \text{ Cal}$**

**38 525 Cal** se requieren para transformar 50 g de hielo a  $-50^{\circ}\text{C}$  a 50 g de vapor de agua a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ .

5) Determinar la cantidad de calor que se requieren suministrar a 200 g de agua con una temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  para transformarla en 200 g de vapor sobrecalentado a  $120^{\circ}\text{C}$ . El  $C_{e\text{agua}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ ;  $L_v = 540 \text{ Cal/g}$ ;  $C_{e\text{vapor}} = 0.48 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$ . Transformar el resultado a Joule.

Datos:

$T_{\text{agua}} = 40^{\circ}\text{C}$   
 $C_{e\text{agua}} = 1 \text{ Cal/g}^{\circ}\text{C}$   
 $L_v = 540 \text{ Cal/g}$

$Q_1 = \text{Líquido } T_i = 40^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 100^{\circ}\text{C}$  Líquido  
 $Q_2 = \text{Líquido } T_i = 100^{\circ}\text{C} \longrightarrow T_f = 100^{\circ}\text{C}$  Vapor





$C_{\text{vapor}} = 0.48 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$   
 $T_{\text{vapor}} = 120^\circ\text{C}$   
 $m = 200 \text{ g de agua}$

$Q_3 = \text{Vapor } T_i = 100^\circ\text{C} \longrightarrow T_f = 120^\circ\text{C Vapor}$

Fórmulas:  $Q = m C_e (T_f - T_i);$

Cálculo de  $Q_1$

$$Q_1 = (200 \text{ g}) (1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}) (100^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = (200 \text{ Cal/}^\circ\text{C}) (60^\circ\text{C})$$

$$Q_1 = 12\,000 \text{ Cal}$$

Cálculo de  $Q_2$

$$Q_2 = (200 \text{ g}) (540 \text{ Cal/g})$$

$$Q_2 = 108\,000 \text{ Cal}$$

$Q = m L_v;$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$

Cálculo de  $Q_3$

$$Q_3 = (200 \text{ g}) (0.48 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C})(120^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = (96 \text{ Cal/}^\circ\text{C}) (20^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = 1920 \text{ Cal}$$

$$Q_T = 12\,000 \text{ Cal} + 108\,000 \text{ Cal} +$$

$$1920 \text{ Cal}$$

$$Q_T = 121\,920 \text{ Cal}$$

**121 920 Cal** se requieren para transformar 200 g de agua a  $40^\circ\text{C}$  a 200 g de vapor de agua a una temperatura de  $120^\circ\text{C}$ .

Para expresar el resultado en unidades de energía mecánica nos auxiliamos del equivalente mecánico del calor:  
 $1 \text{ Cal} = 4.186 \text{ J}$

$$121\,920 \text{ Cal} \left( \frac{4.186 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \right) = 510\,357.12 \text{ Joule Unidades mecánicas}$$

ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguiente ejercicios en forma correcta y organizadamente siguiendo los protocolos correspondientes.	Resolución de problemas en la libreta usando los protocolos correspondientes	

Problemas propuestos:

1. ¿Qué cantidad de calor requieren 100 g de hielo a  $-10^\circ\text{C}$  para pasar a vapor a  $180^\circ\text{C}$ ?
2. ¿Qué cantidad de calor requiere 10 g de hielo a  $-15^\circ\text{C}$  para cambiarlo a agua a  $0^\circ\text{C}$ ?
3. Calcular la cantidad de calor necesario para pasar 5 kg de hielo con una temperatura de  $-20^\circ\text{C}$  a vapor de agua a  $120^\circ\text{C}$ .
4. Calcular la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 2 g de oro de  $20^\circ\text{C}$  a  $1\,000^\circ\text{C}$ .
5. ¿Qué cantidad de calor se necesita para pasar 4 kg de mercurio, de  $20^\circ\text{C}$  a vapor de mercurio a  $358^\circ\text{C}$ ?







## Ley de intercambio de calor

Al entrar en contacto dos cuerpos a diferentes temperatura, se genera una transferencia de calor en donde el calor que pierde el cuerpo más caliente es igual al calor que gana el cuerpo más frío, proceso que se detiene hasta que se logra el equilibrio térmico, es decir, cuando los dos cuerpos se encuentran a la misma temperatura.

La ecuación matemática que representa esta Ley es:

$$Q_f = - Q_c$$

Que podemos interpretarla como “El calor que gana el cuerpo más frío es igual al calor que pierde el cuerpo más caliente”.

Auxiliándonos de la ecuación de  $Q = m C_e (T_f - T_i)$ , dicha expresión nos quedaría:

$$m_1 C_{e1} (T_{f1} - T_{i1}) = -m_2 C_{e2} (T_{f2} - T_{i2})$$

### Donde:

$m_1$ = Masa del cuerpo más frío expresado en g, kg, lb.

$m_2$ = Masa del cuerpo más caliente expresado en g, kg, lb.

$C_{e1}$ = Calor específico del cuerpo más frío expresado en Cal/g-°C, J/kg-°C, BTU/lb-°F.

$C_{e2}$ = Calor específico del cuerpo más caliente expresado en Cal/g-°C, J/kg-°C, BTU/lb-°F.

$T_{i1}$ = Temperatura inicial del cuerpo más frío expresado en °C, °F.

$T_{i2}$ = Temperatura inicial del cuerpo más caliente expresado en °C, °F.

$T_{f1}$ = Temperatura final del cuerpo más frío expresado en °C, °F.

$T_{f2}$ = Temperatura final del cuerpo más caliente expresado en °C, °F.

- 6) Se tienen en un vaso 40 g de agua a una temperatura de 25°C y en otro vaso 60 g de agua a una temperatura de 80°C. Si se vacían los contenidos de ambos vasos en un solo recipiente, ¿Cuál será la temperatura del agua total cuando alcancen el equilibrio térmico?  $C_{e\text{agua}} = 1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$ .

Datos:

Incógnita:

Fórmula:

$m_1 = 40\text{g}$      $T_{f1} = T_{f2} = T_f$

$$m_1 C_{e1} (T_{f1} - T_{i1}) = -m_2 C_{e2} (T_{f2} - T_{i2})$$

$T_{i1} = 25^\circ\text{C}$

$m_2 = 60\text{g}$

$T_{i2} = 80^\circ\text{C}$

$C_{e1} = 1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$

$C_{e2} = 1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$

$T_f =$

$T_{f1} =$

$T_{f2} =$

Desarrollo:

$$(40\text{g}) \left(1 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}}\right) (T_f - 25^\circ\text{C}) = -(60\text{g}) \left(1 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}}\right) (T_f - 80^\circ\text{C})$$

$$\left(40 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) (T_f - 25^\circ\text{C}) = (-60 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}) (T_f - 80^\circ\text{C})$$

$$\left(40 \text{g} \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) T_f - 1\,000 \text{ Cal} = \left(-60 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) T_f + 4\,800 \text{ Cal}$$

$$\left(40 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) T_f + \left(60 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) T_f = 4\,800 \text{ Cal} + 1\,000 \text{ Cal}$$

$$\left(100 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}\right) T_f = 5\,800 \text{ Cal}$$

$$T_f = \frac{5\,800 \text{ Cal}}{100 \frac{\text{Cal}}{^\circ\text{C}}}$$

$$\underline{T_f = 58^\circ\text{C}}$$





7) Se sumergen 50 g de Hierro calentado a una temperatura de 120°C en un recipiente que contiene 80 g de agua a una temperatura de 25°C. Determinar la temperatura final que alcanzarán ambos en el momento de su equilibrio térmico.  $C_{e_{\text{agua}}} = 1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$ ,  $C_{e_{\text{Fe}}} = 0.115 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$ .

Datos:  
 $m_1 = 80 \text{ g de agua}$   
 $m_2 = 50 \text{ g de hierro}$   
 $C_{e_1} = 1 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$   
 $C_{e_2} = 0.115 \text{ Cal/g-}^\circ\text{C}$   
 $T_{i_1} = 25^\circ\text{C}$   
 $T_{i_2} = 120^\circ\text{C}$

Incógnita:  
 $T_{f_1} = T_{f_2} = T_f$

Fórmula:

$$m_1 C_{e_1} (T_{f_1} - T_{i_1}) = -m_2 C_{e_2} (T_{f_2} - T_{i_2})$$

Desarrollo

$$(80 \text{ g}) \left( 1 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) (T_f - 25^\circ\text{C}) = -(80 \text{ g}) (0.115 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}}) (T_f - 120^\circ\text{C})$$

$$\left( 80 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) (T_f - 25^\circ\text{C}) = \left( -9.2 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) (T_f - 120^\circ\text{C})$$

$$\left( 80 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) T_f - 2000 \text{ Cal} = \left( -9.2 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) T_f + 1104 \text{ Cal}$$

$$\left( 80 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) T_f + \left( 9.2 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) T_f = 1104 \text{ Cal} + 2000 \text{ Cal}$$

$$\left( 89.2 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}} \right) T_f = 3104 \text{ Cal}$$

$$T_f = \frac{3104 \text{ Cal}}{89.2 \frac{\text{Cal}}{\text{g-}^\circ\text{C}}}$$

$$T_f = \underline{\underline{34.79^\circ\text{C}}}$$

ACTIVIDAD 5	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Resuelve los siguiente problemas en forma correcta y organizadamente siguiendo los protocolos correspondiente	Resolución de problemas en la libreta usando los protocolos correspondientes	

Problemas propuestos:

1. Se tienen 500 g de agua a 80°C y se combinan con 500 g de agua a 40°C, calcula cuál es la temperatura final de la solución.
2. Una barra caliente de cobre cuya masa es de 1.5 kg se introduce en 4 kg de agua elevando su temperatura de 18°C a 28°C. ¿Qué temperatura inicial tenía la barra de cobre?
3. Dos estudiantes de quinto semestre mezclan 930 g de agua a 25°C con 800 g de agua a 100°C. Desean saber la temperatura final de la mezcla.
4. Se tienen 1 000 g de agua a 90°C y se combinan con 1 000 g de agua a 60°C. Calcula temperatura final de la solución.
5. Determina la temperatura a la que se calentó una barra de hierro de 3 kg si al ser introducido en 2 kg de agua a 15°C eleva la temperatura de ésta hasta 30°C.



## 11. Leyes de los gases

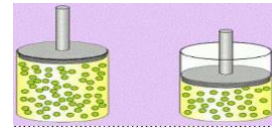
Colaboración: Chiapas - Colima - Jalisco

ACTIVIDAD 1	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Da respuesta a los siguientes planteamientos, argumentando cada punto.	Cuestionamientos resueltos.	

1. La mamá pone a cocer frijoles en la olla a presión. Al cabo de un rato se siente un ruido y se observa que sale vapor por un agujero. ¿Qué sucederá con la presión del vapor dentro de la olla a medida que aumenta la temperatura?

Explica. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Si los dos recipientes de la figura están llenos de la misma cantidad de gas, tienen un volumen de dos litros y un litro respectivamente, y la presión del gas en el segundo es el doble que en el primero. ¿Qué recipiente estará a menor temperatura? Fundamenta tu respuesta.

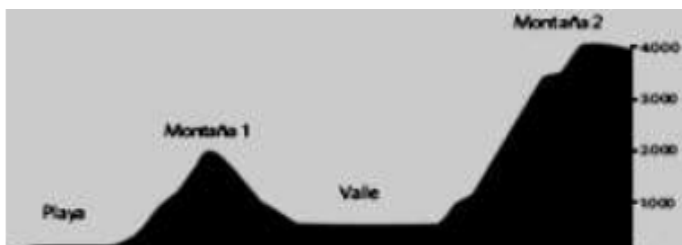


\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Qué tan rápidas son las moléculas que se mueven en el aire encima de una sartén (100 °C) en comparación con las que se encuentran en el aire circundante de la cocina (25 °C)? Fundamenta tu respuesta.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Observa el siguiente diagrama:





4. ¿En cuál de estas ubicaciones hay una menor presión atmosférica?
  - a. Playa.
  - b. Montaña 1.
  - c. Valle.
  - d. Montaña 2.
  
5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el movimiento de las partículas corresponde a los gases?
  - a. Las partículas de los gases no se mueven y, si se presenta es principalmente vibratorio.
  - b. Las partículas se mueven chocando entre ellas y con las paredes del recipiente que las contiene.
  - c. Al estar levemente separadas, las partículas tienen poca posibilidad de movimiento.
  - d. Las partículas se encuentran tan juntas, que es imperceptible el movimiento que poseen.
  
6. ¿Por qué la presión en los neumáticos de los automóviles aumenta en verano?  
Porque las moléculas del gas:
  - a. Aumentan de tamaño
  - b. Disminuyen de tamaño
  - c. Se mueven con mayor rapidez
  - d. Se mueven con menor rapidez
  
7. Al entrar a una casa y sentir olor a comida, estamos comprobando que:
  - a. los gases se calientan.
  - b. los gases tienen masa y ésta se exprime..
  - c. los gases se difunden mezclándose unos con otros.
  - d. Los gases se comprimen.
  
8. La presión atmosférica:
  - a. Disminuye cuando sube la temperatura
  - b. Aumenta cuando sube la temperatura
  - c. Aumenta cuando baja la temperatura
  - d. Ninguna de las anteriores
  
9. Cuando disminuimos el volumen de un gas:
  - a. Aumenta la masa
  - b. Aumenta la presión
  - c. Disminuye la temperatura
  - d. Disminuye la presión



10. Cuando disminuimos el volumen de un gas:
- a. Aumenta la masa
  - b. Aumenta la presión
  - c. Disminuye la temperatura
  - d. Disminuye la presión
11. Al destapar una botella de alcohol, el aroma puede llenar toda la sala, esto se produce por:
- a. La oposición de los gases al movimiento de los sólidos.
  - b. La difusión de los gases
  - c. La distancia entre las partículas de gas
  - d. El movimiento de las partículas

ACTIVIDAD 2	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Realiza la siguiente lectura y elabora un glosario de términos y con el apoyo de un diccionario de física, anota su significado.	Glosario de términos.	

La cocina es un lugar excelente para estudiar la forma en que las propiedades de la materia dependen de la temperatura. Cuando hervimos agua en una tetera, el aumento de temperatura produce vapor que sale silbando a alta presión.

Si olvidamos perforar una papa antes de hornearla, el vapor a alta presión que se produce en su interior puede hacer que reviente. El vapor de agua del aire puede condensarse en gotitas de líquido en las paredes de un vaso con agua helada; y si acabamos de sacar el vaso del congelador, se formará escarcha en las paredes al solidificarse el vapor.



Todos estos ejemplos muestran las interrelaciones de las propiedades a gran escala, o *macroscópicas*, de una sustancia, como presión, volumen, temperatura y masa de la sustancia. Sin embargo, también podemos describir una sustancia desde una perspectiva *microscópica*. Esto implica investigar cantidades a pequeña escala, como las masas, velocidades, energías cinéticas y cantidades de movimiento de las moléculas individuales que constituyen una sustancia.



## Los gases y sus leyes

Un gas se caracteriza porque sus moléculas están muy separadas unas de otras, razón por la cual carecen de forma definida y ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene. Son fluidos como los líquidos, pero se diferencian de éstos por ser sumamente compresibles debido a la mínima fuerza de cohesión entre sus moléculas. De acuerdo con la teoría cinética molecular, los gases están constituidos por moléculas independientes como si fueran esferas elásticas en constante movimiento, chocando entre sí y contra las paredes del recipiente que lo contiene. Cuando la temperatura de un gas aumenta, se incrementa la agitación de sus moléculas y en consecuencia se eleva la presión. Pero, si la presión permanece constante, entonces aumentará el volumen ocupado por el gas. Si un gas se comprime, se incrementan los choques entre sus moléculas y se eleva la cantidad de calor desprendida, como resultado de un aumento en la energía cinética de las moléculas.

Todos los gases pueden pasar al estado líquido siempre y cuando se les comprima a una temperatura inferior a su temperatura crítica. La temperatura crítica de un gas es aquella temperatura por encima de la cual no puede ser licuado independientemente de que la presión aplicada sea muy grande. Los gases licuados tienen muchas aplicaciones, tal es el caso del oxígeno líquido utilizado en la soldadura autógena o el hidrógeno líquido que sirve como combustible de las naves espaciales. Los gases cuyo punto de ebullición se encuentra cercano a la temperatura del medio ambiente, generalmente se conservan en estado líquido a una alta presión en recipientes herméticamente cerrados, como son los tanques estacionarios o móviles en los que se almacena gas butano de uso doméstico, o el gas de los encendedores comerciales de cigarrillo.

Un gas ideal es un gas hipotético que posibilita hacer consideraciones prácticas que facilitan algunos cálculos matemáticos. Se le supone conteniendo un número pequeño de moléculas, por tanto, su densidad es baja y su atracción intermolecular es nula. Debido a ello, en un gas ideal el volumen ocupado por sus moléculas es mínimo, en comparación con el volumen total, por este motivo no existe atracción entre sus moléculas. Es evidente que en el caso de un gas real sus moléculas ocupan un volumen determinado y existe una relativa atracción entre las mismas. Sin embargo, en muchos casos estos factores son insignificantes y el gas puede considerarse como ideal.

La teoría cinética de los gases parte de la suposición de que las moléculas de un gas están muy separadas y se mueven en línea recta hasta que al encontrarse con otra molécula se colisionan con ella o con las paredes del recipiente que las contiene.

Sus consideraciones principales son:

1. Los gases están constituidos por moléculas de igual tamaño y masa para un mismo gas, pero serán diferentes si se trata de gases distintos.
2. Las moléculas de un gas contenido en un recipiente se encuentran en constante movimiento, razón por la cual chocan entre sí o contra las paredes del recipiente que las contiene.







- Las fuerzas de atracción intermoleculares son despreciables, pues la distancia entre molécula y molécula es grande comparada con sus diámetros moleculares.
- El volumen que ocupan las moléculas de un gas es despreciable en comparación con el volumen total del gas.

### LEY DE BOYLE

A una temperatura constante y para una masa dada de un gas, el volumen del gas varía de manera inversamente proporcional a la presión absoluta que recibe. Su expresión matemática es:

$$PV = k, \text{ por tanto: } P_1V_1 = P_2V_2$$

### LEY DE GAY - LUSSAC

A un volumen constante y para una masa determinada de un gas, la presión absoluta que recibe el gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta. Su expresión matemática es:

$$\frac{P}{T} = k, \text{ por tanto: } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

### LEY DE CHARLES

A una presión constante y para una masa dada de un gas, el volumen del gas varía de manera directamente proporcional a su temperatura absoluta. Su expresión matemática es:

$$\frac{V_1}{T_1} = k, \text{ por tanto: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

### LEY GENERAL DEL ESTADO GASEOSO

Esta ley establece que para una masa dada de un gas, su relación  $\frac{PV}{T}$  siempre será constante, de donde:

$$\frac{PV}{T} = k, \text{ por tanto: } \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

ACTIVIDAD 3	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Elabora un mapa mental sobre el tema de gases utilizando recortes de libros o revistas que tengas en casa.	Mapa mental evidencias	
ACTIVIDAD 4	PRODUCTO	PONDERACIÓN
Analiza los siguientes problemas y observa la solución a ellos, realiza una sesión de preguntas y respuestas con tu asesor.	Solución problemas	

### Ejercicios resueltos.

- Un gas ocupa un volumen de 200 cm<sup>3</sup> a una presión de 700 mm Hg. ¿Cuál será su volumen si la presión recibida aumenta a 900 mm Hg?

$$\begin{aligned}
 V_1 &= 200 \text{ cm}^3 & V_2 &= \frac{P_1 V_1}{P_2} & V_2 &= 168.88 \text{ m}^3 \\
 P_1 &= 760 \text{ mmHg} & & & & \\
 V_2 &=? & & & & \\
 P_2 &= 900 \text{ mmHg} & V_2 &= \frac{(760)(200)}{900} & & 
 \end{aligned}$$



2. ¿A qué presión se encontrará un gas confinado a un volumen de  $2.6 \text{ m}^3$ ?, si su presión es de  $5 \times 10^5 \text{ Pa}$  y su volumen es de  $1.0 \text{ m}^3$  a temperatura constante.

**Datos**

$$V_1 = 2.6 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1.0 \text{ m}^3$$

$$P_2 = 5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$



**Fórmula**

$$P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1}$$

**Desarrollo**

$$P_1 = \frac{5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (1.0 \text{ m}^3)}{2.6 \text{ m}^3}$$

$$P_1 = 192307.69 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

**Ley de Charles**

1. Un gas tiene una temperatura de  $400^\circ \text{ K}$  y tiene un volumen de  $100 \text{ cm}^3$ . ¿Qué volumen ocupara este gas a una temperatura de  $310^\circ \text{ K}$ ?

$$T_1 = 400\text{K} \quad V_1 = 100\text{cm}^3 \quad T_2 = 310\text{K} \quad V_2 = ?$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} \quad V_2 = 77.5 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = \frac{(100)(310)}{400}$$

2. Una masa de determinado gas ocupa un volumen de  $1 \text{ L}$  a una temperatura de  $200^\circ \text{ K}$ , y su presión es la del nivel del mar. A qué temperatura se tiene que encontrar dicho gas para que su volumen aumenta a  $1.5 \text{ L}$ ?

$$T_1 = 200\text{K} \quad V_1 = 1\text{L} \quad T_2 = ? \quad V_2 = 1.5\text{L}$$

$$T_2 = \frac{T_1 V_2}{V_1} \quad T_2 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = \frac{(200)(1.5)}{(1)}$$

**Ley de Gay-Lussac**

1. Un gas recibe una presión de  $3 \text{ atm}$ , su temperatura es de  $280 \text{ K}$  y ocupa un volumen de  $3.5 \text{ m}^2$ . Si el volumen es constante y la temperatura aumenta a  $310 \text{ K}$ , ¿Cuál es ahora la presión del gas?

$$P_1 = 3 \text{ atm} \quad T_1 = 280 \text{ K} \quad P_2 = ? \quad T_2 = 310 \text{ K}$$

$$P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} \quad P_2 = 3.32 \text{ atm}$$

$$P_2 = \frac{(3)(310)}{280}$$





2. En un recipiente se encuentra un gas que recibe una presión de 2760mmHg y su temperatura es de 373K. Si el recipiente se mete a un refrigerador y su temperatura disminuye a 273K. Calcular la presión que tiene el gas encerrado en el tanque al disminuir su temperatura.

$$P_1=2760\text{mmHg} \quad P_2 = \frac{P_1 T_2}{T_1} \quad P_2 = 2020.05 \text{ mmHg}$$

$$T_1=373\text{K}$$

$$P_2=?$$

$$T_2=273\text{K} \quad P_2 = \frac{(2760)(273)}{373}$$

### Ley General de los Gases

1. Calcular el volumen que ocupará 75 L de aire a 4 atm y 100 °C, que se pasan a condiciones normales (presión = 1 atm, temperatura = 0 °C).

#### Datos

$$P_1 = 4 \text{ atm}$$

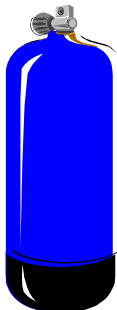
$$V_1 = 75 \text{ L}$$

$$T_1 = 100^\circ \text{ C}$$

$$P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$T_2 = 0^\circ \text{ C}$$

$$V_2 = ?$$



#### Fórmulas

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2}$$

#### Desarrollo

$$T_1 = 100^\circ \text{ C} + 273 = 373^\circ \text{ K}$$

$$T_2 = 0^\circ \text{ C} + 273 = 273^\circ \text{ K}$$

$$V_2 = \frac{(4 \text{ atm})(75 \text{ L})(273 \text{ K})}{(373 \text{ K})(1 \text{ atm})} =$$

$$V_2 = 219.57 \text{ L}$$

2. Una masa de hidrógeno gaseoso ocupa un volumen de 3 L. a una temperatura de 42 °C y una presión absoluta de 684 mm de Hg. ¿Cuál será su presión absoluta si su temperatura aumenta a 58 °C y su volumen es de 3,5 L?

#### Datos

$$V_1 = 3 \text{ L}$$

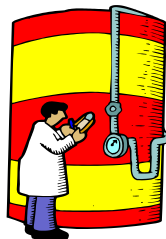
$$T_1 = 42^\circ \text{ C}$$

$$P_1 = 684 \text{ mm de Hg}$$

$$P_2 = ?$$

$$T_2 = 58^\circ \text{ C}$$

$$V_2 = 3.5 \text{ L}$$



#### Fórmula

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 V_2}$$

#### Desarrollo

$$T_1 = 42^\circ \text{ C} + 273 \text{ K} = 315^\circ \text{ K}$$

$$T_2 = 58^\circ \text{ C} + 273 \text{ K} = 331^\circ \text{ K}$$

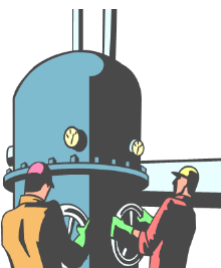
$$P_2 = \frac{(684 \text{ mm de Hg})(3 \text{ L})(331^\circ \text{ K})}{(315^\circ \text{ K})(3.5 \text{ L})}$$

$$P_2 = 616.06 \text{ mm de Hg}$$

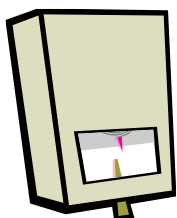
### Constante Universal de los Gases

1. ¿Qué volumen ocuparán 7 moles de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a una temperatura de 36° C y 830 mm de Hg ?

Datos	Fórmulas	Desarrollo
$n = 7 \text{ moles}$ $T = 36 \text{ }^\circ\text{C}$ $P = 830 \text{ mm de Hg}$ $R = 0.0821 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}}$  $T = 36 \text{ }^\circ\text{C} + 273^\circ\text{K}$ $= 309^\circ\text{K}$	$PV = n RT$  $V = \frac{n RT}{P}$	$P = (830 \text{ mmHg}) \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}}$  $P = 1.092 \text{ atm}$  $T = 36 \text{ }^\circ\text{C} + 273 \text{ K} = 309 \text{ K}$  $V = \frac{(7 \text{ mol}) \left( 0.0821 \frac{\text{atmL}}{\text{mol K}} \right) (309 \text{ K})}{1.92 \text{ atm}}$  $V = 162.62 \text{ L.}$

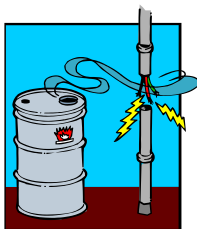


2. Una masa de hidrógeno gaseoso (H<sub>2</sub>) ocupa un volumen de 180 litros en un depósito a una presión 0.9 atmósferas y una temperatura de 16 °C. Calcular:
- ¿Cuántos moles de hidrógeno se tienen?
  - ¿A qué masa equivale el número de moles contenidos en el depósito?



Datos

$V = 180 \text{ Lts}$   
 $P = 0.9 \text{ atm}$   
 $T = 16^\circ\text{C} + 273 = 289^\circ\text{K}$   
 $R = 0.0821 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}}$



Fórmulas

a)  $PV = n RT$   
 $n = \frac{PV}{RT}$   
 b)  $n = \frac{m}{PM}$   
 $m = n PM$

Desarrollo

a)  $n = \frac{(0.9 \text{ atm})(180 \text{ L})}{\left( 0.0821 \frac{\text{atmL}}{\text{mol K}} \right) (289 \text{ K})} = \frac{162 \text{ mol}}{23.72}$

$n = 6.829 \text{ mol}$

b)  $PM_{H_2} = 2 \text{ g/mol}$

$m = (6.829 \text{ mol})(2 \text{ g/mol})$

$m = 13.658 \text{ g de H}_2$

3. ¿Cuántos moles de gas helio (He) hay en un cilindro de 8 litros, cuando la presión es de  $2.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  y la temperatura es de  $37^\circ \text{ C}$ ? ¿Cuál es la masa del helio?

Datos	Fórmulas	Desarrollo
$V = (8L) \left( \frac{1m^3}{1000L} \right) = 0.008m^3$ $P = 2.5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $T = 37^\circ \text{ C} + 273 = 310 \text{ K}$ $PM_{\text{Helio}} = 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ <p><math>n = ?</math> <math>m = ?</math></p>	<p>a) <math>P V = n R T</math> <math display="block">n = \frac{P V}{R T}</math></p> <p>b) <math>n = \frac{m}{P M}</math> <math display="block">m = n P M</math></p>	$n = \frac{2.5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} (0.008 \text{ m}^3)}{8.32 \frac{\text{Nm}}{\text{mol K}} (310 \text{ K})}$ <p style="text-align: center;"><b>n = 0.775 mol</b></p> $m = (0.775 \text{ mol}) \left( 4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)$ <p style="text-align: center;"><b>m = 3.1g</b></p>



Resuelve en tu cuaderno los siguientes ejercicios propuestos

- Un tanque de buceo se considera un recipiente hermético, si lo llenamos con  $2 \text{ m}^3$  de aire comprimido a una presión de  $764 \text{ Pa}$  a una temperatura ambiente de  $29^\circ \text{ C}$ . ¿Qué presión soportaría si la temperatura disminuye a  $22^\circ \text{ C}$ ?  
**Respuesta:  $P_2 = 746.291 \text{ Pa}$**
- La presión que actúa sobre  $0.63 \text{ m}^3$  de un gas a  $28^\circ \text{ C}$ , se mantiene constante al variar su temperatura hasta  $34^\circ \text{ C}$ . ¿Qué nuevo volumen ocupará el gas?  
**Respuesta:  $V_2 = 0.642 \text{ m}^3$**
- Un globo inflado ocupa un volumen de 2 Litros, el globo se amarra con una cuerda a una piedra. ¿Cuál es el volumen cuando se hunde hasta el fondo de una laguna de  $20,8 \text{ m}$  de profundidad? Consideremos que una presión de una atmósfera soportará una columna de agua de  $10.4 \text{ m}$  de altura. Suponiendo que la presión que actúa sobre el globo antes de que se hunda es de una atmósfera.  
**Respuesta:  $V_2 = 1 \text{ L}$**
- En el manómetro de un tanque de gas, con émbolo móvil, de  $200 \text{ L}$ , se lee una presión de  $2000 \text{ Kpa}$ . en un día de verano cuya temperatura es de  $36^\circ \text{ C}$ . ¿Cuál será su volumen en un día de invierno a una temperatura de  $12^\circ \text{ C}$ , si la presión disminuye a  $1060 \text{ Kpa}$ ?  
**Resultado:  $348.049 \text{ L}$**
- Un tanque de  $30 \text{ L}$ . contiene una muestra de un gas bajo una presión absoluta de  $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  y una temperatura de  $48^\circ \text{ C}$ . ¿Cuánto aumentará la presión si la misma muestra de gas se coloca en un recipiente de  $10 \text{ litros}$  y se enfría hasta una temperatura de  $10^\circ \text{ C}$ ?  
**Respuesta:  $7.934 \times 10^5 \text{ Pa}$**



6. ¿Qué volumen ocupan 2 moles de un gas en condiciones normales? **Respuesta: V= 44.826 L.**
7. ¿Cuántas moléculas hay en 1 cm<sup>3</sup> de gas en condiciones normales? (N.A= 6.023 X10<sup>23</sup> moléculas/mol)  
**Respuestas: n=4.461x10<sup>-5</sup> mol y n=26.868 x 10<sup>18</sup> moléculas**
8. ¿Cuántos gramos de oxígeno ocupa un volumen de 2300 L. a una presión de 2 atm y 190° C ? (PM del oxígeno es de 32 g/mol). **Respuesta: m= 3872.416 g**
9. ¿Cuál es la masa molecular de 2694 g. que tiene un volumen de 1600 L. a una presión de 2 atm y una temperatura de 190° C? **Respuesta: m = 32 g/mol**
10. ¿Calcular el volumen ocupado por 8 g. de oxígeno en condiciones normales?  
**Respuesta: V=5603.325 cm<sup>3</sup>**
11. Un tanque de 690 L. de volumen, contiene oxígeno a 30 °C y 5 atm de presión. Calcular la masa del oxígeno en el tanque. **Respuesta: m= 4437.952 g.**
- 12.- Un gas ocupa un volumen de 4,000 m<sup>3</sup> a una presión absoluta de 200 kPa. ¿Cuál será la nueva presión si el gas es comprimido lentamente hasta 2,00 m<sup>3</sup> a temperatura constante?  
**Resp. 400 kPa.**
- 13.- Doscientos centímetros cúbicos de un gas a 20° C, se expanden hasta un volumen de 212 cm<sup>3</sup> a presión constante ¿Cuál es la temperatura final en grados centígrados?  
**Resp. 37.6 °C**
- 14.- Un cilindro de acero contiene un gas a 27° C. La presión manométrica es de 140 kPa. Si la temperatura del recipiente se eleva hasta 79° C ¿Cuál será la nueva presión manométrica?  
**Resp. 182 kPa**
- 15.- Un cilindro de acero contiene 2.00 kg de un gas ideal. De un día para otro la temperatura y el volumen se mantienen constantes, pero la presión absoluta disminuye de 500 a 450 kPa ¿Cuantos gramos del gas se fugaron en ese lapso?  
**Resp. 200 g**
- 16.- Un compresor de aire recibe 2 m<sup>3</sup> de aire a 20° C y la presión de una atmósfera (101.3 kPa). Si el compresor descarga en un depósito de 0.3 m<sup>3</sup> a una presión absoluta de 1500 kPa, ¿Cuál es la temperatura del aire descargado?  
**Resp. 651 °K**
- 17.- Si 0.8 L de un gas a 10° C se calientan a 90° C bajo presión constante ¿Cuál será el nuevo volumen?  
**Resp. 1.03 L**





18.- Una muestra de 2 L de gas tiene una presión absoluta de 300 kPa a 300 °K. Si tanto la presión como el volumen se duplican. ¿Cuál es la temperatura absoluta final?

**Resp. 1200 °K**

19.- Tres moles de un gas ideal tienen un volumen de 0.026 m<sup>3</sup> y una presión de 300 kPa ¿Cuál es la temperatura del gas en grados Celsius?

**Resp. 39.7 °C**

20.- ¿Cuántos kilogramos de nitrógeno gaseoso (PM = 29 g/mol) llenara un volumen de 2 000 L a una presión absoluta de 202 kPa y una temperatura de 80 °C?

**Resp. 3.85 kg.**

21.- Un frasco de 2 L contiene  $2 \times 10^{23}$  moléculas de aire (PM = 29 g/mol) a 300 °K. ¿Cuál es la presión absoluta del gas?

**Resp. 414 kPa**

22.- ¿Cuántos moles de gas hay en un volumen de 2 000 cm<sup>3</sup> en condiciones de temperatura y presión estándar (PTS)?

**Resp. 0.0893 mol.**

Lista de cotejo para evaluar el mapa conceptual				
	ACCIONES A EVALUAR	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
		ACEPTABLE	INACEPTABLE	
1	Identifica los conceptos relacionados con el tema			
2	Localiza y ubica la idea central del tema			
3	Jerarquiza y une los conceptos mediante líneas			
4	Utiliza las palabras de enlace y une los conceptos adecuadamente.			





1. Rubrica para evaluar el mapa mental

Rubrica para evaluar el mapa mental				
CATEGORIAS	MUY ALTO (10-9)	ALTO (8-7)	MEDIO (6)	BAJO (5)
<b>Uso de imágenes y colores</b>	Utiliza como estímulo visual imágenes para representar los conceptos. El uso de colores contribuye a asociar y poner énfasis en los conceptos.	No se hace uso de colores, pero las imágenes son estímulo visual adecuado para representar y asociar los conceptos.	No se hace uso de colores y el número de imágenes es reducido.	No se utilizan imágenes ni colores para representar y asociar los conceptos.
<b>Uso del espacio, líneas y textos</b>	El uso del espacio muestra equilibrio entre las imágenes, líneas y letras. La composición sugiere la estructura y el sentido de lo que se comunica. El mapa está compuesto de forma horizontal.	La composición sugiere la estructura y el sentido de lo que se comunica, pero se aprecia poco orden en el espacio.	Uso poco provechoso del espacio y escasa utilización de las imágenes, líneas de asociación. La composición sugiere la estructura y el sentido de lo que se comunica.	No se aprovecha el espacio. La composición no sugiere una estructura ni un sentido de lo que se comunica.
<b>Énfasis y asociaciones</b>	El uso de los colores, imágenes y el tamaño de las letras permite identificar los conceptos destacables y sus relaciones.	Se usan pocos colores e imágenes, pero el tamaño de las letras y líneas permite identificar los conceptos destacables y sus relaciones.	Se usan pocos colores e imágenes. Se aprecian algunos conceptos sin mostrarse adecuadamente sus relaciones.	No se ha hecho énfasis para identificar los conceptos destacables y tampoco se visualizan sus relaciones.
<b>Claridad de los conceptos</b>	Se usan adecuadamente palabras clave. Palabras e imágenes, muestran con claridad sus asociaciones. Su disposición permite recordar los conceptos. La composición evidencia la importancia de las ideas centrales.	Se usan adecuadamente palabras clave e imágenes, pero no se muestra con claridad sus asociaciones. La composición permite recordar los conceptos y evidencia la importancia de las ideas centrales.	No se asocian adecuadamente palabras e imágenes, pero la composición permite destacar algunos conceptos e ideas centrales.	Las palabras en imágenes escasamente permiten apreciar los conceptos y sus asociaciones.





2. Lista de cotejo para evaluar la participación

Indicadores		Marca con una x si el indicador se encuentra presente en la descripción
1	Participa activamente en las sesiones	
2	Expresa sus puntos de vista con respecto a los tópicos	
3	Cuando está en desacuerdo, lo manifiesta con respeto	
4	Escucha las opiniones de los demás	
5	Espera su turno para hablar	
6	Llega a conclusiones	
7	Establece relaciones entre su participación y otros tópicos del bloque o asignatura.	
8	Sus participaciones son pertinentes con respecto al tópico	
9	Manifiesta sus comentarios con coherencia	
10	Fomenta el dialogo con sus compañeras y compañeros.	
Total		





3. Lista de cotejo para evaluar la solución de los ejercicios

No.	Indicador	Estimación	Ejecución		Observación
			Ponderación	Calificación	
1	Comprende el problema y lo transforma en un proceso que involucra los elementos a tratar				
2	Identifica correctamente la relación entre el contexto y el concepto				
3	Emplea adecuadamente las fórmulas				
4	Resuelve correctamente el problema planteado proporcionando la respuesta al problema y contextualizándola a la situación presentada más allá del problema matemático.				
Calificación de evaluación					







## BIBLIOGRAFIA:

1. Desconocido. *Antología de Física II*. SEP, SEMS, DGETI.
2. Pérez Montiel Héctor. *Física General*. 2015. 5ª. Edición Ed. Grupo Editorial Patria
3. García Goiz Francisco Javier. *Física II*. 2ª Edición México: FCE, SEP, DGETI, 2016. Colección DGETI
4. Giancoli, Douglas C. *Física: Principios con Aplicaciones 6ta Ed.* Pearson Educación, México 2006
5. Wilson, Jerry; Anthony J. Buffa; Bo Lou. *Física 6ta Ed.* Pearson Educación, México 2007
6. Raymond A. Serway- Jerry S. Faughn. *Física para Bachillerato General Vol. 1; 6ta Ed.*; Editorial Thomson.
7. Frederick J. Bueche *Física General Serie Schaum*. Editorial Mc. Graw Hill Novena Edición.
8. López, Gumecindo. *Física I*, 1 Edición, Colección DGETI
9. Libro del estudiante. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente. (2016). México. Primera edición.
10. SEP, UEMSTIS. *Antología de Física II*.
11. Pimienta, J. H. (2008). *Constructivismo. Estrategias para aprender a aprender*. México: Pearson. Recuperado de [http://www.bibliotechnia.com.mx/Busqueda/resumen/2901\\_1327229](http://www.bibliotechnia.com.mx/Busqueda/resumen/2901_1327229)
12. Fuentes Rivas, R. M. (s.f.). *Leyes de los Gases*. México: Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ingeniería.





### Relación de participantes en la elaboración de los CAE

No.	Nombre	Estado	Plantel
1	José Epifanio González Flores	Aguascalientes	CBTis 168
2	Martha Félix Barraza	Baja California	CETis 58
3	Guadalupe Contreras Leal	Baja California Sur	CBTis 256
4	Antonio Navarro Sarmiento	Campeche	CBTis 9
5	Violeta de la Vega Serna	CDMX	CETis 2
6	Oscar Armando Trujillo Macal	Chiapas	CBTis 108
7	Jesús Manuel Gómez Domínguez	Chihuahua	CBTis 122
8	Fernando Balderas Mendez	Coahuila	CBTis 239
9	Rosalva Anaya Sepúlveda	Colima	CBTis 19
10	Nadia Nayeli Campos Jurado	Durango	CETis 148
11	Luis Aguilar Ruiz	Edo. de México	CETis 118
12	José Martín Gutiérrez Luarca	Guanajuato	CETis 149
13	Nastya Alcaraz Romo	Guerrero	CBTis 134
14	Víctor Hugo Galván Zavala	Hidalgo	CBTis 179
15	Santiago Pascual Dimas	Jalisco	CBTis 262
16	Esteban Alonzo Castillo	Michoacán	CETis 27
17	Guillermo Melgoza Montaña	Morelos	CBTis 194
18	Teresa Lucia Maldonado Parra	Nayarit	CBTis 27
19	Glady Pérez Aldaco	Nuevo León	CBTis 74
20	Héctor Ríos Hernández	Oaxaca	CBTis 26
21	Luis González Negrete	Puebla	CBTis 86
22	Angel Alejandro Treviño Arzapalo	Quintana Roo	CBTis 111
23	Juana Elizabeth Chávez Vargas	San Luis Potosí	CETis 126
24	Rodolfo Valentín Gómez Pineda	Sinaloa	CETis 68
26	Julio Cesar Aguilar Acosta	Tabasco	CBTis 32
27	Juan Alberto Balderas Aguilar	Tamaulipas	CBTis 164
28	Felipe de Jesús Mora López	Tlaxcala	CBTis 61
29	Abraham Alor de los Santos	Veracruz	CBTis 250
30	Jesús Santamaría Basulto	Yucatan	CBTis 120
31	José Luis Bautista Ávila	Zacatecas	CBTis 104





## BIBLIOGRAFIA:

1. Desconocido. *Antología de Física II*. SEP, SEMS, DGETI.
2. Pérez Montiel Héctor. *Física General*. 2015. 5ª. Edición Ed. Grupo Editorial Patria
3. García Goiz Francisco Javier. *Física II*. 2ª Edición México: FCE, SEP, DGETI, 2016. Colección DGETI
4. Giancoli, Douglas C. *Física: Principios con Aplicaciones 6ta Ed.* Pearson Educación, México 2006
5. Wilson, Jerry; Anthony J. Buffa; Bo Lou. *Física 6ta Ed.* Pearson Educación, México 2007
6. Raymond A. Serway- Jerry S. Faughn. *Física para Bachillerato General Vol. 1; 6ta Ed.*; Editorial Thomson.
7. Frederick J. Bueche *Física General Serie Schaum*. Editorial Mc. Graw Hill Novena Edición.
8. López, Gumecindo. *Física I*, 1 Edición, Colección DGETI
9. Libro del estudiante. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente. (2016). México. Primera edición.
10. SEP, UEMSTIS. *Antología de Física II*.
11. Pimienta, J. H. (2008). *Constructivismo. Estrategias para aprender a aprender*. México: Pearson. Recuperado de [http://www.bibliotechnia.com.mx/Busqueda/resumen/2901\\_1327229](http://www.bibliotechnia.com.mx/Busqueda/resumen/2901_1327229)
12. Fuentes Rivas, R. M. (s.f.). *Leyes de los Gases*. México: Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ingeniería.