

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL GUSTAVO URIBE RAMÍREZ
GRANADA CUNDINAMARCA

AÑO 2022

PLAN DE MEJORAMIENTO PARA ESTUDIANTES CON DESEMPEÑO BAJO

<p>DOCENTE: <u>ÁLVARO VANEGAS ESCOBAR</u></p>	<p>ASIGNATURA: <u>FÍSICA</u></p>
<p>GRADO: <u>OCTAVO</u> PERIODO: <u>FINAL</u></p>	<p>FECHA ELABORACIÓN Y ENTREGA AL ESTUDIANTE: <u>2 DE OCTUBRE DE 2022</u></p>
<p>COMPETENCIA(S) NO ALCANZADA(S)</p> <p>El (la) estudiante relacionará procesos físico-químicos de los ecosistemas y de los sistemas, valorando el intercambio de materia y energía usada para el desarrollo del ingenio, el imaginario y la recreación de la creatividad, desde el enriquecimiento del pensamiento científico y su respectivo uso del lenguaje para interpretar y comprender situaciones problematizantes propuestas.</p>	<p>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A DESARROLLAR</p> <p>PRIMERA ACTIVIDAD: Busca que el (la) estudiante realice un repaso sobre aspectos relacionados con Densidad, Densidad y Presión, Principio de Arquímedes, Principios básicos de dinámica de fluidos, con el fin de aportar a los derechos básicos de aprendizaje:</p> <p style="text-align: center;">“Comprende porque unos cuerpos flotan y otros no”</p> <p>SEGUNDA ACTIVIDAD: Busca que el (la) estudiante realice un repaso sobre aspectos relacionados con Termodinámica, Temperatura, Calor, Leyes de la termodinámica, con el fin de aportar a los derechos básicos de aprendizaje:</p> <p style="text-align: center;">“Aplica conceptos de mecánica de fluidos, temperatura y calor en distintas situaciones”</p> <p>TERCERA ACTIVIDAD: Busca que el (la) estudiante realice un repaso sobre aspectos relacionados con Conceptos básicos de Ondas, Tipos de ondas, Ondas electromagnéticas, Velocidad de las ondas en diferentes medios, Fenómenos ondulatorios, con el fin de aportar a los derechos básicos de aprendizaje:</p> <p style="text-align: center;">“Discrimina ondas mecánicas, electromagnéticas y reconoce fenómenos ondulatorios básicos”</p> <p>CUARTA ACTIVIDAD: Busca que el (la) estudiante realice un repaso sobre aspectos relacionados con Comparación de sólidos, líquidos y gases, Calor y energía térmica, Dilatación térmica, Capacidad calorífica y calor específico, con el fin de aportar a los derechos básicos de aprendizaje:</p> <p style="text-align: center;">“Aplica conceptos que involucran la temperatura y el calor en diferentes contextos”</p>
<p>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DBA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprende porque unos cuerpos flotan y otros no. 2. Aplica conceptos de mecánica de fluidos, temperatura y calor en distintas situaciones. 3. Discrimina ondas mecánicas, electromagnéticas y reconoce fenómenos ondulatorios básicos. 4. Aplica conceptos que involucran la temperatura y el calor en diferentes contextos <p>PROPIOS DEL ÁREA DE MATEMÁTICA COMUNES PARA CADA PERIODO Mediante la evaluación, se pretende destacar a nivel individual el desarrollo de competencias básicas en el educando, con especial énfasis en competencias argumentativa, interpretativa y propositiva, competencias comunicativas, competencias o cualidades personales, competencias interpersonales, competencias laborales, competencias tecnológicas, competencias sistémicas. Tomando como referencia:</p> <p>Conceptos Teóricos: Lo que se aprende.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Aptitudes: Desarrollo de potencialidades, habilidades y destrezas. ◆ Actitudes: Formación de la voluntad, querer aprender, desarrollo de valores. 	<p>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS</p> <p>HIPERTEXTOS DE FÍSICA GRADOS 10° Y 11°, EDITORIAL SANTILLANA Y TALLER DE CIENCIAS DE PAM ROBSON</p>

Los siguientes son los aspectos que se tienen en cuenta para llevar a cabo esta evaluación:

- ◆ Participación en clase.
- ◆ Evaluación en forma oral o escrita.
- ◆ Trabajo individual y grupal.
- ◆ Sustentación de contenidos teóricos.
- ◆ Desarrollo de talleres y guías.
- ◆ Cálculo matemático.

Planteamiento, análisis, estrategias y propuestas en la solución de problemas.

Manejo adecuado de instrumentos tecnológicos, como computadoras, calculadoras, tabletas, videos, entre otros.

Mediante la planeación, elaboración, seguimiento, evaluación y realimentación de proyectos de aula.

PROPIOS DE ESTA ACTIVIDAD DE NIVELACIÓN

1. El estudiante deberá presentarse en las fechas establecidas por la institución educativa, de lo contrario será necesario presentar la excusa correspondiente, si se trató de enfermedad excusa médica (centro de salud, tarjeta profesional del médico, es decir que sea legal), si se trató de calamidad, el estudiante deberá presentar una excusa por escrito, con el acudiente y deberá estar aprobada por las directivas de la institución (sello de coordinación o directivos). En caso contrario se asumirá por perdida la materia y quedara registrado en acta de nivelación que el estudiante no aprobó la nivelación.
2. El día de la nivelación, el estudiante deberá presentar la actividad de nivelación completamente resuelta y estudiada, la cual tiene un valor de 40% y es requisito indispensable para poder presentar la sustentación escrita (es decir, si no presenta esta actividad no podrá presentar la sustentación de la nivelación).
3. El día de la nivelación el estudiante deberá presentarse con el cuaderno al día, bien ordenado (se recomienda solicitar en calidad de préstamo el de otro compañero (a) que se encuentre al día para que el estudiante pueda adelantarse y estudiar con antelación). Lápiz, esfero y demás útiles que pueda necesitar. Esto posee un valor del 10 %.
4. Una vez cumplidos los requisitos anteriores (es decir, después de verificar que el estudiante presento la actividad de nivelación y los materiales solicitados) se aplicara una prueba escrita al estudiante tomando como referente los temas estudiados durante el año 2022. Esta actividad tiene un valor de 50%.
5. Adicionalmente, se aconseja al estudiante estudiar y resolver con suficiente antelación la actividad de nivelación, la cual incluye los temas tratados en el curso de Matemática.
6. **Finalmente, favor asumir con responsabilidad la nivelación. Lo anterior garantizara la posibilidad de aprobar la materia.**

ANEXOS (Guías – Talleres):

ANEXO 2 GUÍA REPASO PERIODO FINAL

FECHA DE ENTREGA

7 DE OCTUBRE DE 2022

FECHA DE SUSTENTACIÓN

LA ESTABLECIDA POR EL CRONOGRAMA

INSTITUCIONAL

(ÚNICAMENTE DEL 1 AL 4 DE NOVIEMBRE DE 2022)

ESTUDIANTE

VALORACIÓN

FIRMA DOCENTE

--	--

INTRODUCCIÓN: CONCEPTO, UNIDADES Y MEDIDAS

1. Complete la tabla de sistemas de unidades con ayuda de las diapositivas introducción a la física

SISTEMAS DE UNIDADES	MAGNITUDES FUNDAMENTALES		
	LONGITUD	MASA	TIEMPO

2. Responda las preguntas con ayuda de las diapositivas introducción a la física

- ◆ ¿Qué es medir? _____

- ◆ ¿Qué es física? _____

- ◆ Enuncie las magnitudes fundamentales: _____

- ◆ De tres ejemplos de magnitudes derivadas: _____

- ◆ ¿Qué es método científico y que pasos tiene? _____

- ◆ ¿Qué es notación científica? _____

- ◆ De tres ejemplos de múltiplos: _____

- ◆ De tres ejemplos de submúltiplos: _____

TEMA 1 – CÓMO SE CONSTRUYE LA CIENCIA

VERIFICA CONCEPTOS

1. Frente a cada enunciado escribe V si es verdadero, o F si es falso. Justifica tu respuesta.

- a) La construcción de la ciencia se fundamenta en una metodología científica. ()
- b) Un aspecto importante de la experimentación es la medición. ()
- c) Las leyes empíricas sólo se deducen matemáticamente. ()
- d) Una de las fases de la metodología científica es la especulación. ()
- e) Medir significa comparar con un patrón fundamental. ()

2. Contesta:

- a) ¿Cuáles son las fases de la metodología científica?
- b) ¿En qué crees que se diferencia la física de las matemáticas?
- c) ¿Por qué conceptos como la belleza, la bondad y la caridad no pueden investigarse desde la física?

TEMA 1 – CÓMO SE CONSTRUYE LA CIENCIA

Encierra en un círculo la respuesta correcta en cada una de las siguientes preguntas:

- 3. A medida que aumenta la velocidad de un carro, el tiempo empleado en recorrer una misma distancia disminuye por lo tanto, el tiempo es a la velocidad:
 - a) Directamente proporcional.
 - b) Inversamente proporcional.
 - c) Proporcional al cuadrado.
 - d) Constante.
- 4. No corresponde a un fenómeno físico
 - a) El arco iris.
 - b) Los movimientos de la luna.
 - c) La belleza del amanecer.
 - d) Las tormentas eléctricas.
- 5. La física estudia
 - a) La estructura y composición de la materia.
 - b) La evolución de las especies.
 - c) Los fenómenos del universo.
 - d) Las reacciones de las sustancias.
- 6. Si en la expresión $E = mc^2$ el valor de c se duplica, entonces el valor de E :
 - a) Se duplica.
 - b) Se triplica.
 - c) Se cuadruplica.
 - d) Se reduce a la mitad.



Figura 1. La densidad es propia de los materiales.

1. Fluidos en reposo

1.1 Densidad

Supón que tienes en tus manos un bloque de madera al cual corresponde determinada masa y determinado volumen. Si en algún momento decides partirlo en dos, a cada parte le corresponde la mitad de la masa y ocupa la mitad del volumen del bloque inicial (figura 1).

Al analizar esta sencilla experiencia, se puede afirmar que a cada cantidad de masa le corresponde un volumen determinado.

Definición

Se denomina densidad a la masa que ocupa 1 cm³ de sustancia homogénea.

La densidad (ρ) de una sustancia se define como el cociente entre su masa (m) y su volumen (V), es decir:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

La unidad de medida de la densidad en el SI es el kilogramo sobre metro cúbico (1 kg/m³) aunque generalmente se expresa en gramos sobre centímetro cúbico (1 g/cm³). Debemos tener en cuenta que 1 g/cm³ = 1.000 kg/m³.

En la tabla que se muestra a continuación se presenta la densidad de algunas sustancias.

Tabla 7.1

Material	Densidad (g/cm ³)
Aire (1 atm, 20 °C)	1,29 · 10 ⁻³
Plata	10,5
Etanol	0,81
Plomo	11,3
Hielo	0,92
Mercurio	13,6
Agua	1
Oro	19,3
Agua de mar	1,03
Platino	21,4
Sangre	1,06
Dióxido de carbono	2,00 · 10 ⁻³
Aluminio	2,7
Oxígeno	1,43 · 10 ⁻³
Hierro, acero	7,8
Hidrógeno	1,20 · 10 ⁻⁵
Cobre	8,6
Helio	1,79 · 10 ⁻⁴

Un material puede presentar cambios en su densidad por dos factores:

- la temperatura a la cual se encuentra. Este cambio se debe a que el volumen de una sustancia depende de la temperatura.
- la presión que se ejerce sobre él.

Una medida estándar de la densidad es la densidad relativa.

Definición

La densidad relativa es el cociente entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua a una temperatura de 4 °C (1 g/cm³).

Por ejemplo, la densidad relativa del plomo es 11,3, lo cual significa que el plomo es 11,3 veces más denso que el agua.

Por esta razón, si tomamos iguales volúmenes de agua y plomo, encontramos que la masa del volumen de plomo es 11,3 veces mayor que la masa del volumen de agua.

$$\gamma = \frac{m_g}{V} = \frac{m_g}{V} \cdot g = \rho g$$

* EJEMPLOS

1. La policía decomisó en un operativo, un pequeño lingote de oro de masa 0,8 kg y de volumen 235 cm³. Al observar las características del lingote, un técnico afirmó que era posible que dicho lingote no fuera de oro. ¿Es cierta la afirmación del técnico?



Solución:

Para determinar si la afirmación del técnico es cierta se debe verificar si la densidad del lingote mencionado corresponde a la del oro. Así:

$$\rho = \frac{m_{\text{lingote}}}{V_{\text{lingote}}}$$

$$\rho = \frac{800 \text{ g}}{235 \text{ cm}^3} = 3,4 \text{ g/cm}^3 = 3,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Como se observa en la tabla de la página anterior la densidad del oro es 19,3 g/cm³. Por ende, la afirmación del técnico es verdadera.

2. Calcular la masa y el peso de un colchón de aire, cuyas dimensiones son 2 m de largo, 2 m de ancho y 30 cm de profundidad.

Solución:

Se tiene que $\rho_{\text{aire}} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3 = 1,29 \text{ kg/m}^3$.

Ahora,

$$V = 2 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^3 \quad \text{Volumen del colchón}$$

Como:

$$\rho_{\text{aire}} = \frac{m_{\text{aire}}}{V}$$

Tenemos:

$$m = \rho_{\text{aire}} \cdot V \quad \text{Se despeja } m$$

$$m = (1,29 \text{ kg/m}^3)(1,2 \text{ m}^3) = 1,55 \text{ kg} \quad \text{Se reemplaza}$$

El peso es: $w = m \cdot g = (1,55 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) = 15,19 \text{ N}$

Así, el peso de un colchón de aire de las dimensiones dadas es aproximadamente tres libras y media.



Blas Pascal. Realizó estudios en hidrostática. La tecnología de las máquinas hidráulicas se la debemos a él.

* EJEMPLOS

3. Calcular la masa de un colchón de agua cuyas dimensiones son 2 m de largo, 2 m de ancho y 30 cm de profundidad.

Se considera la densidad del agua y se calcula la masa y el peso del colchón de agua.

$$m = \rho_{\text{agua}} V$$

$$m_{\text{agua}} = (1.000 \text{ kg/m}^3)(1,2 \text{ m}^3) = 1.200 \text{ kg}$$

La masa del agua es 1.200 kg lo cual equivale a 1,2 toneladas.



El transporte de un colchón de agua de estas características sería una tarea bastante difícil.

1.2 La presión

Alguna vez te has preguntado ¿por qué sientes más dolor cuando recibes una pisada de una persona que lleva unos zapatos con tacón alto, que cuando la recibes de una persona que lleva zapatos planos?

Al estar una persona de pie, la fuerza perpendicular que ejerce sobre el suelo horizontal, es decir el peso, se distribuye sobre la superficie de sus pies; si posee zapatos planos el peso se reparte sobre toda la suela del calzado; mientras si tiene calzado con tacón alto, el peso se reparte en un área menor.

Definición

La presión (P) es la razón entre la fuerza perpendicular (F_{\perp}), ejercida sobre la superficie y el área (A) de la misma.

$$P = \frac{F_{\perp}}{A}$$

La unidad de medida de la presión en el SI se expresa a partir de la relación entre las unidades de medida de la fuerza y el área.

La fuerza se mide en newton (N) y el área en metros cuadrados (m^2); por ende, la presión se mide en newtons sobre metro cuadrado (N/m^2). Esta unidad se denomina pascal (Pa). También, se utiliza como unidad de medida de la presión la libra/pulgada², psi (1 psi = 6.900 Pa).

* EJEMPLO

Una mujer de 70 kg, se balancea sobre uno de los tacones de sus zapatos. Si el tacón es circular con un radio de 0,5 cm, ¿qué presión ejerce ella sobre el suelo?

Solución:

Calculamos la superficie de los tacones a partir del área del círculo.

$$A_{\text{tacón}} = \pi \cdot r_{\text{tacón}}^2$$

$$A_{\text{tacón}} = \pi \cdot (0,5 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 = 7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Ahora, se calcula el peso de la mujer:

$$w_{\text{mujer}} = m_{\text{mujer}} \cdot g$$

$$w_{\text{mujer}} = (70 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) = 686 \text{ N}$$

A partir de la definición de presión:

$$P_{\text{tacón}} = \frac{F_{\perp}}{A_{\text{tacón}}}$$

$$P_{\text{tacón}} = \frac{686 \text{ N}}{7,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = 8,74 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

En conclusión, la mujer ejerce sobre el suelo una presión de $8,74 \cdot 10^6$ Pa.

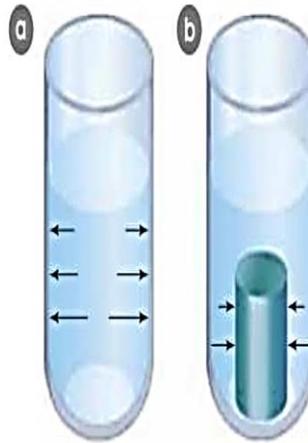
1.3 La presión en los líquidos

¿Has experimentado alguna vez la sensación de presión en los oídos cuando te sumerges en una piscina? Cuando haces esta divertida actividad es fácil percibir que a medida que te vas sumergiendo la presión que experimentas es mayor. Lo que ocurre en este caso, como lo estudiaremos a continuación es que la presión que ejerce el agua sobre ti, es mayor a medida que estás más abajo.

Veamos cómo se explica físicamente este fenómeno.

Considera que el agua de la piscina es el líquido contenido en un recipiente y tu cuerpo es un sólido que se ha sumergido en dicho recipiente.

El líquido contenido en el recipiente, ejerce una fuerza en dirección perpendicular a las paredes en cada punto de él (figura a). Por tal razón, al sumergir el sólido dentro del líquido, en cada punto de las paredes del sólido, el líquido ejerce fuerza en dirección perpendicular (figura b).



Ahora, consideremos un recipiente cilíndrico que contiene un líquido de densidad ρ , en el cual la altura del líquido con respecto al fondo del recipiente es h y el área de la base del cilindro es A (figura 3).

La fuerza F que soporta la superficie de la base es igual al peso de la columna de líquido que hay por encima de ella, es decir,

$$F = m \cdot g$$

A partir de la expresión $m = \rho \cdot v$, tenemos:

$$F = \rho \cdot V \cdot g$$

Además, el volumen del cilindro se expresa como $V = A \cdot h$. Luego, la expresión para la fuerza sería:

$$F = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$$

A partir de la definición de presión en la superficie del fondo se cumple que:

$$P = \frac{F_{\perp}}{A},$$

por ende, al reemplazar se tiene que:

$$P = \frac{\rho \cdot A \cdot g \cdot h}{A}$$

Y al simplificar el área, se obtiene que:

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

Este resultado es válido para cualquier punto interior de un líquido contenido en un recipiente a una profundidad h .



Figura 2. Un buzo experimenta la presión del agua a medida que se sumerge.

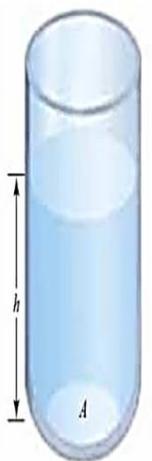


Figura 3. Recipiente cilíndrico lleno de líquido hasta una altura h .



Figura 4. Puntos en un líquido que están a profundidades h_1 y h_2 .

A partir de esto podemos deducir que:

- La presión en un punto del interior de un líquido en reposo es proporcional a la profundidad h .
- Si se consideran dos líquidos diferentes, a la misma profundidad, la presión es mayor cuando el líquido es más denso.
- La presión no depende del área del recipiente y, en consecuencia, no depende del volumen del líquido contenido.

Si ahora consideramos dos puntos, 1 y 2, cuyas profundidades dentro de un líquido en equilibrio son h_1 y h_2 , respectivamente (figura 4), tenemos que la presión en cada punto es:

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 \quad P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$$

Por ende, la diferencia de presiones es:

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

Lo cual se puede expresar como:

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

Esta igualdad recibe el nombre de ecuación fundamental de la hidrostática y muestra que:

- La diferencia de presión entre dos puntos de un fluido en reposo depende de la diferencia de alturas.
- Si los dos puntos están a la misma profundidad en el interior del líquido, soportan la misma presión independientemente de la forma del recipiente.

Una de las demostraciones experimentales de esta última conclusión se presenta en el principio de los vasos comunicantes, que son dos o más recipientes de diversa forma y tamaño que entre sí contienen un fluido. Como la presión solo depende de la profundidad y no de la forma de recipiente, entonces esta será la misma en todos los puntos que estén a la misma profundidad (figura 5).

Un ejemplo cotidiano de los vasos comunicantes ocurre cuando los albañiles quieren nivelar horizontalmente un muro, puesto que suelen usar una manguera transparente que contiene agua, cuyos extremos permiten ubicar los puntos del muro en los cuales el nivel del agua es el mismo. Cuando el agua queda quieta, marcan el nivel de modo que la línea PC queda horizontal.

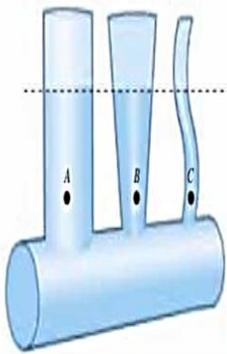


Figura 5. La presión que experimentan los puntos A, B y C es la misma!



* EJEMPLOS

1. Por una de las ramas de un tubo en U, que inicialmente contiene agua, se vierte aceite. Los líquidos no se mezclan y quedan distribuidos en el tubo como muestra la figura. Si la altura de la columna de aceite, h_{aceite} mide 22 cm y la diferencia de alturas de la columna de agua es de 20 cm, determinar la densidad del aceite.

Solución:

Como los puntos 1 y 2 se encuentran a la misma presión, debido a que los líquidos están en equilibrio, entonces:

$$P_1 = P_2$$

Por ende, tenemos que:

$$\rho_{\text{agua}} \cdot g \cdot h_1 = \rho_{\text{aceite}} \cdot g \cdot h_2$$

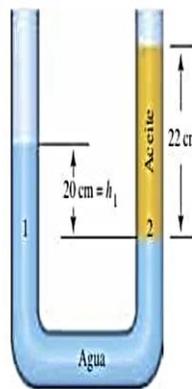
$$\rho_{\text{agua}} \cdot h_1 = \rho_{\text{aceite}} \cdot h_2 \quad \text{Al simplificar } g$$

$$(1 \text{ g/cm}^3)(20 \text{ cm}) = \rho_{\text{aceite}} (22 \text{ cm}) \quad \text{Al reemplazar}$$

$$\rho_{\text{aceite}} = \frac{(1 \text{ g/cm}^3)(20 \text{ cm})}{22 \text{ cm}}$$

$$\rho_{\text{aceite}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$$

La densidad del aceite es $0,9 \text{ g/cm}^3$.



2. Dentro de un recipiente con agua, cuya forma se representa en la figura, se suspende un cubo de arista 10 cm.

Si la superficie superior del cubo se encuentra 40 cm por debajo de la superficie libre del líquido contenido en el recipiente, determinar:

- a. La presión ejercida por el líquido sobre la cara superior del cubo.
- b. La presión ejercida por el líquido sobre la cara inferior del cubo.
- c. La fuerza que experimenta la cara superior del cubo.
- d. La fuerza que experimenta la cara inferior del cubo.
- e. La fuerza que ejerce el líquido sobre el cubo.

Solución:

- a. En la cara superior del cubo tenemos:

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2$$

$$P_2 = 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,4 \text{ m} = 3.920 \text{ Pa}$$

La presión sobre la cara superior del cubo es 3.920 Pa.

- b. En la cara inferior del cubo tenemos:

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1$$

$$P_1 = 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 \text{ m} = 4.900 \text{ Pa}$$

La presión sobre la cara inferior del cubo es 4.900 Pa.

- c. El área de cada cara del cubo es:

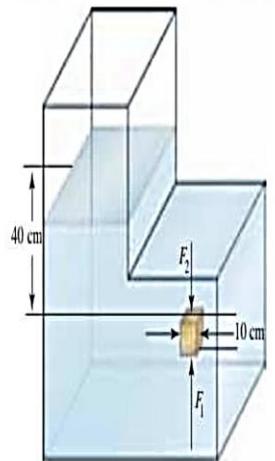
$$A = (0,1 \text{ m})^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

Para la fuerza que experimenta la cara superior del cubo tenemos:

$$P_2 = \frac{F_2}{A}$$

$$3.920 \text{ Pa} = \frac{F_2}{0,01 \text{ m}^2} \quad \text{Al reemplazar}$$

$$F = 39,2 \text{ N} \quad \text{Al calcular}$$



La fuerza que experimenta la cara superior del cubo es 39,2 N.

- d. Para la fuerza que experimenta la cara inferior del cubo tenemos:

$$P_1 = \frac{F_1}{A}$$

$$4.900 \text{ Pa} = \frac{F_1}{0,01 \text{ m}^2} \quad \text{Al reemplazar}$$

$$F = 49,0 \text{ N} \quad \text{Al calcular}$$

La fuerza que experimenta la cara inferior del cubo es 49,0 N.

- e. La fuerza que ejerce el líquido sobre el cubo está dirigida hacia arriba y mide

$$49,0 \text{ N} - 39,2 \text{ N} = 9,8 \text{ N.}$$



Figura 6. El descubrimiento de Pascal no habría pasado de ser una curiosidad si a alguien no se le hubiera ocurrido conectar dos recipientes de diferente área, aplicar el principio y observar cómo a partir de una pequeña fuerza se obtiene una fuerza mayor.

En el estudio de la hidrostática estudiaremos dos principios que son fundamentales: el principio de Pascal y el principio de Arquímedes.

1.4 El principio de Pascal

Probablemente más de una vez has visto maquinaria pesada trabajando en las calles o en las carreteras levantando grandes piedras o rompiendo el pavimento para hacer algún arreglo. La pregunta de rigor en estos casos es, ¿cómo estas máquinas pueden desarrollar fuerzas tan grandes?

La respuesta está en su mecanismo de funcionamiento. La mayoría de estas máquinas son hidráulicas, es decir, usan los fluidos para aplicar y aumentar las fuerzas.

En las máquinas hidráulicas (figura 6) el brazo que aplica la fuerza se mueve gracias a un líquido contenido en un cilindro, generalmente aceite que empuja un émbolo. Es muy importante el diámetro del émbolo ya que cuanto mayor es, más intensa es la fuerza desarrollada por la máquina hidráulica.

La tecnología de las máquinas hidráulicas se la debemos a Pascal, quien descubrió un hecho que luego se transformó en lo que hoy conocemos como Principio de Pascal.

Definición

Principio de Pascal

Si aplicamos una presión externa a cualquier punto de un fluido en reposo, esta presión se transmite exactamente igual a todos los puntos del fluido.

Por ejemplo, si presionamos con las manos el émbolo de una jeringa que contiene aire a la cual le tapamos el orificio de salida, cualquier sector dentro del fluido experimenta un aumento de presión igual a la presión externa ejercida.

El ejemplo anterior muestra que al aplicar una fuerza en un pistón, la fuerza producida en un pistón de mayor área es mayor. Esta es la razón por la cual este tipo de sistemas recibe el nombre de máquinas hidráulicas, pues a partir de la aplicación de una fuerza de menor intensidad se obtiene una fuerza de mayor intensidad.

Una de las aplicaciones de este concepto es el empleado en el sistema de frenos hidráulicos de un automóvil, el cual consta de un pistón que se acciona cuando se oprime el pedal y de unos pistones en cada rueda, de tal manera que al aplicar una fuerza de menor intensidad sobre el pedal se obtiene una fuerza de mayor intensidad, en los pistones de las ruedas, suficiente para detener el automóvil (figura 7).



Figura 7. Sistema de frenos hidráulico de un automóvil

1.5 El principio de Arquímedes

Arquímedes descubrió su famoso principio cuando se le pidió que determinara si una corona estaba fabricada con oro puro, o si había sido adulterada. Al meterse un día en la bañera y observar que el nivel del agua subía, imaginó cómo resolver el problema y salió a la calle gritando ¡Eureka! (¡Lo he encontrado!). Para corroborar su idea, sumergió la corona en agua y midió el volumen de líquido desplazado, después midió el volumen de agua que desplazaba una masa, igual que la corona, de oro puro y los comparó. Así Arquímedes resolvió el enigma: la corona no era de oro puro, estaba hecha de una aleación.

De esta manera el principio de Arquímedes nos permite interpretar el comportamiento de un sólido que se sumerge total o parcialmente en un fluido. Por ejemplo, ¿has sumergido una pelota inflada en un balde con agua? (figura 8).

Cuando la pelota se sumerge se percibe que esta experimenta una fuerza, que es ejercida por el líquido. Esta fuerza, dirigida hacia arriba, es ejercida por los fluidos sobre los sólidos que se sumergen en ellos y se conoce como fuerza de empuje.

Como lo hemos descrito, cuando un sólido se sumerge en un fluido, este le ejerce fuerza perpendicular a las paredes en cada punto del sólido, de tal manera que las fuerzas que actúan horizontalmente se anulan entre sí y la fuerza neta en dicha dirección es igual a cero. También sabemos que cuanto mayor es la profundidad, mayor es la presión, así que para el caso del cilindro (figura 9a), tenemos que la fuerza ejercida hacia arriba en la cara inferior es mayor que la fuerza ejercida hacia abajo en la cara superior. De ahí que la fuerza vertical, o fuerza de empuje, ejercida por el líquido sobre el cilindro se dirija hacia arriba.

Para determinar una expresión para la fuerza de empuje, supongamos que un sólido se encuentra sumergido dentro de un líquido cuya densidad es ρ_l , como muestra la figura 9b.

La cara inferior del cilindro, que se encuentra a una profundidad h_1 , experimenta una fuerza F_1 ejercida sobre su superficie A . Esta presión ejercida por el líquido sobre la cara inferior del cilindro es P_1 y se expresa como:

$$P_1 = \rho_l \cdot g \cdot h_1$$

Como $P_1 = F_1 / A$ entonces:

$$F_1 = P_1 \cdot A$$

$$F_1 = \rho_l \cdot g \cdot h_1 \cdot A$$



Figura 8. La pelota inflada es difícil de sumergir en un balde con agua.



Figura 9a. Un cilindro sumergido en un líquido, a mayor profundidad experimenta mayor presión.

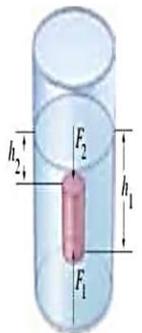
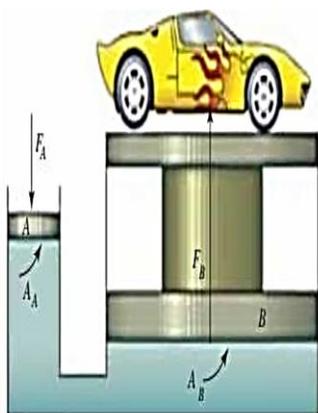


Figura 9b. La fuerza que experimenta el cilindro en la cara superior es menor que la fuerza que experimenta en la cara inferior.

EJEMPLO

Para levantar un carro se utiliza un gato hidráulico, como se muestra en la figura. Si la masa del automóvil es 1.000 kg y en el pistón A, cuya área es 20 cm^2 , se aplica una fuerza de 200 N, determinar el área del pistón B para que ejerza una presión igual a la ejercida por el pistón A.



Solución:

Cuando se ejerce la fuerza \vec{F}_A sobre el pistón A de área A_A , el líquido contenido en el dispositivo experimenta un aumento en la presión P_A que de acuerdo con el principio de Pascal es igual al aumento de presión P_B en el pistón B de área A_B , es decir,

$$P_A = P_B \text{ por tanto:}$$

$$\frac{F_A}{A_A} = \frac{F_B}{A_B}$$

Como la masa del carro es 1.000 kg, su peso es:

$$W = m \cdot g = 1.000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9.800 \text{ N.}$$

$$\text{Luego, } \frac{200 \text{ N}}{20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = \frac{9.800 \text{ N}}{A_B}$$

$$A_B = \frac{(20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2)(9.800 \text{ N})}{200 \text{ N}} = 0,098 \text{ m}^2$$

El área del pistón B es $0,098 \text{ m}^2$, es decir, 980 cm^2 .

¿Cuándo experimenta mayor fuerza de empuje un bloque de madera, al sumergirlo completamente en agua o si se encuentra flotando?

La cara superior del cilindro, que se encuentra a una profundidad h_2 , experimenta una fuerza F_2 sobre su superficie A . Esta presión ejercida por el líquido sobre la cara superior del cilindro es P_2 y se expresa como:

$$P_2 = \rho_l \cdot g \cdot h_2$$

Como $P_2 = F_2/A$, entonces:

$$F_2 = \rho_l \cdot g \cdot h_2 \cdot A$$

Así, la fuerza de empuje es

$$F_{emp} = F_1 - F_2$$

$$F_{emp} = \rho_l \cdot g \cdot h_1 \cdot A - \rho_l \cdot g \cdot h_2 \cdot A$$

$$F_{emp} = \rho_l \cdot g \cdot A \cdot (h_1 - h_2)$$

Como la altura del cilindro es $h_1 - h_2$ y el área de la base es A , tenemos que el volumen del cilindro, es decir: el volumen sumergido es:

$$V_{sumergido} = A (h_1 - h_2), \text{ por ende,}$$

$$F_{emp} = \rho_l \cdot g \cdot V_{sumergido}$$

Cuando en un líquido se sumerge un volumen de sólido $V_{sumergido}$ este desplaza un volumen igual de líquido. Si notamos con $V_{desplazado}$ al volumen del líquido desplazado, la ecuación para la fuerza de empuje se expresa como:

$$F_{emp} = \rho_l \cdot g \cdot V_{desplazado}$$

De donde $\rho_l \cdot V_{desplazado}$ es la masa del líquido desplazado, y el producto de esta masa por la gravedad es el peso del líquido desplazado. Es decir, que la fuerza de empuje es igual al peso del líquido desplazado.



Arquímedes. Arquímedes, formuló el principio que lleva su nombre, este principio permite interpretar el comportamiento de un sólido que se sumerge en el agua.

Definición

Principio de Arquímedes

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical, hacia arriba, que es igual al peso del volumen de líquido desplazado.

Aunque hemos hecho la deducción para un cilindro totalmente sumergido en un líquido de densidad ρ_l , el principio de Arquímedes es válido para sólidos de cualquier forma y se cumple para sólidos parcialmente sumergidos en fluidos, pues la expresión para la fuerza de empuje involucra el volumen de líquido desplazado.

A partir del principio de Arquímedes tenemos que independientemente de sus densidades, dos sólidos de igual volumen sumergidos en un fluido desplazan la misma cantidad de fluido, por tanto experimentan iguales fuerzas de empuje.

EJEMPLOS

1. Un bloque de madera cuyo peso es 10,0 N ocupa un volumen de 1.300 cm³ y flota sobre la superficie del agua contenida en un recipiente. Determinar:

- a. La densidad de la madera.
- b. El volumen del bloque sumergido en el agua.

Solución:

a. Puesto que el peso mg de la madera es 10,0 N, la masa de la madera es 1,02 kg,

$$\text{por tanto } \rho_{madera} = \frac{m}{V} = \frac{1,02 \text{ kg}}{1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 785 \text{ kg/m}^3$$

La densidad de la madera, que es menor que la densidad del agua, es 785 kg/m³.



EJEMPLOS

b. Como el bloque se encuentra en equilibrio en la superficie del agua, la fuerza de empuje es igual a su peso.

A partir de:

$$F_{emp} = \rho_{agua} \cdot g \cdot V_{sumergido}$$

$$V_{sumergido} = \frac{F_{emp}}{\rho_{agua} \cdot g} = \frac{10 \text{ N}}{1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

El volumen sumergido mide 1,02 · 10⁻³ m³, es decir, 1.020 cm³, es menor que el volumen del bloque.

2. Un esquimal se encuentra sobre un bloque de hielo de 1,5 m³ de volumen, de manera que la superficie superior del bloque coincide con la superficie del agua del río en el cual se encuentra. Determinar la masa del esquimal.

Solución:

A partir de la densidad del hielo, determinamos la masa m_b del bloque. Así:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Por tanto,

$$920 \text{ kg/m}^3 = \frac{m_b}{1,5 \text{ m}^3} \quad \text{Al remplazar}$$

$$m_b = 1.380 \text{ kg} \quad \text{Al despejar } m_b \text{ y calcular}$$

Si m_e representa la masa del esquimal, como el sistema está en equilibrio, tenemos que:

$$F_{emp} = m_b \cdot g + m_e \cdot g$$

A partir de la expresión de la fuerza de empuje, tenemos:

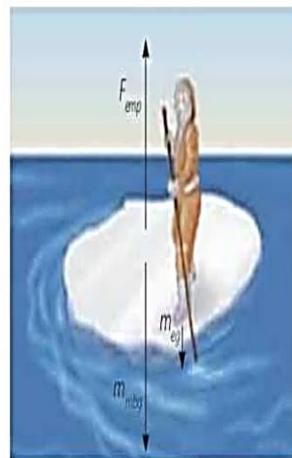
$$\rho_l \cdot g \cdot V_{desplazado} = m_b \cdot g + m_e \cdot g$$

$$\rho_l \cdot V_{desplazado} = m_b + m_e$$

$$1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m}^3 = 1.380 \text{ kg} + m_e$$

$$M_e = 120 \text{ kg}$$

En conclusión, la masa del esquimal es 120 kg.



1.6 La presión en los gases

1.6.1 La presión atmosférica

La Tierra está rodeada por una capa de aire, de tal manera que nosotros y todo cuanto nos rodea nos podemos considerar como cuerpos sumergidos en un fluido y, en consecuencia, experimentamos una presión que se conoce con el nombre de presión atmosférica.

Cuando nos referimos a la presión atmosférica encontramos una diferencia con respecto a lo que hemos estudiado acerca de los fluidos. En los casos que hemos analizado hasta el momento, hemos considerado que la densidad del fluido es constante, sin embargo, en el caso del aire que rodea la Tierra, las capas superiores comprimen a las capas inferiores ocasionando que la densidad de estas capas sea mayor que la densidad de las capas superiores.

La presión atmosférica varía con la altitud, así en los sitios de mayor altitud la presión atmosférica es menor que al nivel del mar (figura 10).

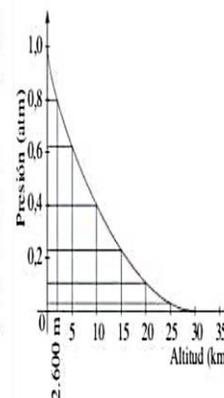


Figura 10. Gráfica de la presión atmosférica en función de la altitud.

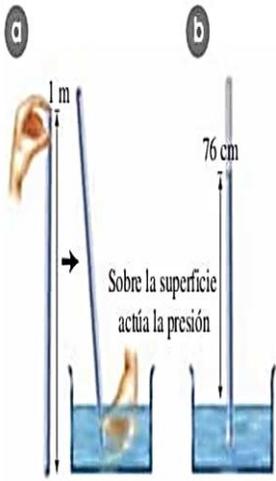


Figura 11. Medición de la presión atmosférica, realizada por el científico Evangelista Torricelli.

Por ejemplo la presión atmosférica en Bogotá, que se encuentra a 2.600 m sobre el nivel del mar, es menor que la presión atmosférica de una ciudad como Cartagena que está ubicada a nivel del mar.

El valor de la presión atmosférica al nivel del mar se utiliza como unidad de presión y se denomina **atmósfera (atm)**.

La presión atmosférica de 1 atmósfera equivale aproximadamente a una presión de 10 N/cm^2 , esto implica que, al nivel del mar, cada centímetro cuadrado de superficie de cualquier cuerpo soporta una fuerza de 10 N.

Nuestra contextura se ha desarrollado bajo la acción de dicha presión, así si el área de la palma de una mano mide 150 cm^2 , cuando está extendida, soporta una fuerza de aproximadamente 1.500 N, lo que equivale a cargar un objeto de aproximadamente 150 kg.

A pesar de este valor, no nos sentimos comprimidos por la presión atmosférica debido a que los líquidos internos de nuestro organismo ejercen una presión interior que equilibra la presión exterior.

Una aplicación diaria de los conceptos de presión atmosférica se presenta en los alimentos que están empacados al vacío. Estar empacado al vacío significa que se ha extraído el aire del interior del empaque y, de esta manera, la presión atmosférica es superior a la presión del interior del empaque, evitando de esta manera el crecimiento de bacterias.

1.6.2 La medida de la presión atmosférica

El valor de la presión atmosférica al nivel del mar, por primera vez, fue determinado por el científico italiano Evangelista Torricelli en 1643.

Torricelli llenó un tubo cerrado de 1 m de longitud con mercurio y lo introdujo invertido en una cubeta que también contenía mercurio (figura 11a).

De esta manera observó que el mercurio que se encontraba en el interior del tubo descendía hasta alcanzar una altura de 760 mm dejando un vacío en la parte superior (figura 11b). Esta altura se mantenía igual, aunque cambiaran el diámetro del tubo o el tamaño de la cubeta.

Torricelli pensó entonces que algo debía estar sosteniendo la columna de mercurio lo cual atribuyó a la presión atmosférica ejercida sobre la cubeta y se equilibraba con la presión ejercida por la columna de mercurio.

Así pues, la presión atmosférica, P_{atm} , equivale a la presión hidrostática producida por una columna de 760 mm de mercurio. Por ende:

$$P_{atm} = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\text{Es decir, } P_{atm} = 13.600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8031 \text{ m/s}^2 \cdot 0,76 \text{ m}$$

$$P_{atm} = 101.325 \text{ Pa}$$

Otra unidad de presión es el milímetro de mercurio (mmHg) que equivale a la presión ejercida por una columna de mercurio de 1 mm de altura.

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

Los valores de la presión atmosférica pueden cambiar de un día a otro en función de las condiciones meteorológicas. Hay días de alta presión y días de baja presión. Los primeros suelen anunciar buen tiempo, es decir, tiempo soleado y sin nubes. Los segundos suelen anunciar mal tiempo, es decir, lluvias o nieves.

Para predecir el tiempo meteorológico es necesario medir constantemente la presión atmosférica, lo cual se hace con instrumentos llamados **barómetros**. En la figura 12 se muestra un barómetro de mercurio.

La presión de un fluido se puede medir con un manómetro. El manómetro consta de un tubo en U parcialmente lleno de líquido, como el mercurio, y cuyos extremos se encuentran abiertos y uno de los cuales se conecta al recipiente que contiene al fluido. La presión se mide a partir de la diferencia de altura de los niveles de líquido en las dos ramas del tubo. Esta presión se conoce como **presión manométrica**. Uno de los manómetros más conocidos es el que mide el aire de las llantas de los autos, estos registran el valor en el cual la presión interior excede a la presión atmosférica.



Figura 12. Barómetro de mercurio.

* EJEMPLOS

En la figura se representa un manómetro construido con un tubo en U que contiene mercurio. Una de sus ramas está conectada por medio de una manguera a un balón herméticamente cerrado que contiene un gas y la diferencia de alturas entre los niveles de mercurio mide 20 cm. Determinar:

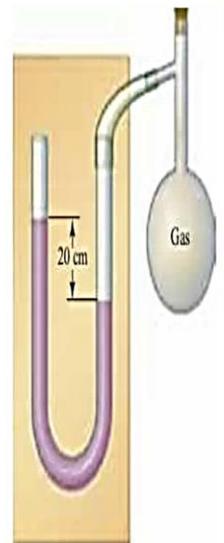
- La presión manométrica del gas.
- La presión total del gas si la medida se realiza al nivel del mar.

Solución:

- Puesto que el nivel del mercurio en la rama del tubo que está conectada al gas es 200 mm menor que el nivel del mercurio en la rama con el extremo abierto, podemos concluir que la presión manométrica es 200 mmHg.
- La presión total del gas es mayor que la presión atmosférica en 200 mmHg y es igual a la suma de la presión atmosférica más la presión manométrica es decir,

$$P_{\text{gas}} = 200 \text{ mmHg} + 760 \text{ mmHg} = 960 \text{ mmHg}$$

La presión total del gas es 960 mmHg.



1.7 Tensión superficial

Generalmente la superficie de los líquidos suelen comportarse como una membrana elástica. A partir de este efecto llamado **tensión superficial** es posible que una aguja flote en la superficie del agua, que algunos insectos puedan posarse sobre un charco de agua (figura 13) y que las gotas de agua tengan la forma que las caracteriza.

Podemos encontrar la explicación del fenómeno de la tensión superficial a nivel molecular. En el interior de un líquido, cada molécula es atraída en todas direcciones por las demás con una fuerza de cohesión de origen electromagnético, cuya resultante es nula.

Sin embargo, las moléculas que se encuentran en la superficie de contacto entre el aire y el líquido solo son atraídas por las moléculas vecinas de los lados y de abajo, pues no existe fuerza de atracción encima de ellas. De esta forma se produce un estado de permanente tensión en la superficie del líquido que hace que se comporte como una película elástica.



Figura 13. Debido a la tensión superficial del agua, un insecto se puede posar sobre su superficie.

i Interpreta

- 1 La gran mayoría de turistas que llegan a Colombia visitan la Sierra Nevada de Santa Marta. ¿Qué tipo de zapatos les recomendarías usar?
- 2 Si un bañista nada a cierta profundidad y luego, se sumerge al doble de dicha profundidad, ¿qué sucede con la presión que soportan sus oídos?
- 3 ¿En qué situación pesa más un cuerpo, cuando está en el agua o cuando está fuera de ella?
- 4 ¿Cuáles son las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo se hunda dentro de un líquido?
- 5 ¿Por qué baja la línea de flotación de un barco cuando este pasa de navegar en un río a navegar por mar?
- 6 Describe y explica por lo menos dos patologías circulatorias.
- 7 ¿Por qué a pesar de caer desde tan alto el granizo no hace destrozos producidos por tan vertiginosa caída?
- 8 ¿Cómo se podría elevar un submarino sumergido en las profundidades del mar?

o Argumenta

- 9 Conociendo el principio de Arquímedes, el hombre ha podido diseñar gigantescas embarcaciones que flotan en el agua. Sabemos que para que un cuerpo flote en el agua, su densidad debe ser menor que la del líquido. El petróleo tiene esta característica y, por eso, resulta una ventaja transportar enormes cantidades de este fluido sin tener problemas de flotabilidad, economizando los costos de transporte.
Cuando un barco petrolero sufre un accidente, grandes cantidades de este fluido se derraman y permanecen flotando sobre el agua; así, las llamadas mareas negras se convierten en catástrofes para los ecosistemas marinos.
a. Cuando hay derrames de petróleo, peces y otros animales mueren intoxicados, ¿a qué conduce esto?

- b. Explica cómo se ven afectados los ecosistemas marinos con el petróleo flotando en la superficie.
- c. ¿Cómo se podría evitar la propagación del petróleo en los ecosistemas marinos, cuando ocurren este tipo de accidentes?
- 10 Existen personas a las que les gusta escalar pero, experimentan malestares como dolores de cabeza, debilidad general, mareos, respiración entrecortada, taquicardia entre otros. Estos síntomas se producen cuando el organismo procura adaptarse a la disminución de oxígeno en la sangre.
a. ¿Qué recomendaciones darías a las personas que por primera vez quieren iniciar esta aventura?
b. Explica a qué se debe la falta de oxígeno a medida que ascienden una montaña.

o Propone

- 11 Realiza y analiza las siguientes experiencias.
a. Toma dos hojas de papel y colócalas verticalmente una frente a la otra. Sopla entre ellas. ¿Qué observas? Explica este hecho.
b. Deja caer simultáneamente, desde la misma altura, una moneda y una hoja de cartulina. ¿Llegan al mismo tiempo al piso? Justifica.
c. Recorta un trozo de cartulina con la forma exacta de la moneda. Pronostica si caerán juntos simultáneamente. Experimenta y explica.
d. Coloca la moneda sobre la cartulina. Pronostica cómo será la caída. Experimenta y explica.
e. Ahora coloca la cartulina sobre la moneda. Pronostica, experimenta y explica.
- 12 Plantea un experimento que te permita medir el volumen de cualquier objeto. Luego, halla la densidad para tres objetos diferentes.
- 13 La mecánica de fluidos tiene aplicaciones en la vida cotidiana y en las industrias. Debate con tus compañeros, ¿de qué manera se usa la mecánica de fluidos?
a. En un taller automotriz.
b. En la circulación de la sangre por el cuerpo humano.

Actividades

o Verifica conceptos

- 1 Escribe una V, si es verdadera la afirmación o una F, si es falsa. Luego, justifica tus respuestas en el cuaderno.
 Es más fácil mover un objeto en una piscina cuando está desocupada que cuando está llena.
 Hay mayor presión atmosférica en Bogotá que en Barranquilla.
 Un balón de fútbol ejerce la misma presión sin importar su posición sobre el césped.
 Existe mayor cantidad de objetos que pueden flotar en mercurio que en agua.
 Un poste de la luz ejerce mayor presión sobre la tierra cuando se instala que cuando está acostado.
 En una prensa hidráulica al aplicar una fuerza en un punto se genera en otro punto una fuerza menor.
 Ejerce mayor presión sobre la nieve una persona que tiene unos zapatos cuya área es 150 cm^2 u otros con un área de 200 cm^2 .
- 2 Establece la correspondencia entre el concepto y el ejemplo.
a. Tensión superficial
b. Densidad
c. Principio de Pascal
d. Presión atmosférica
e. Principio de Arquímedes
f. Presión
 El mecanismo de elevación de un vehículo en un taller.
 Un zancudo sobre un lago.
 Un bloque de hierro.
 Esterilización por vacío.
 Una puntilla clavada en una tabla.
 Un barco en altamar.

- 3 Responde las siguientes preguntas.
a. ¿Qué son los vasos comunicantes?
b. ¿Para qué sirve una prensa hidráulica?
c. ¿Es igual el peso de un cuerpo que su peso específico? Explica.
d. ¿Cómo se define el peso aparente?
e. ¿Qué volumen tiene sumergido un cuerpo que flota?
f. ¿Qué es un picnómetro?
g. ¿Qué es un barómetro?
h. ¿En qué consistió el experimento de Torricelli?
- 4 Describe una experiencia que se refiera a:
a. Tensión superficial
b. Principio de Arquímedes
c. Principio de Pascal
d. Presión

o Analiza y resuelve

- 5 Un globo se eleva cuando se calienta el aire que se encuentra adentro. Explica cuál es la razón de este fenómeno.
- 6 Explica lo que le pasa a una persona cuando se sumerge a gran profundidad sobre el agua.
- 7 Investiga por qué un buzo debe ascender del fondo del mar lentamente.
- 8 Explica por qué una bola de billar puede flotar sobre mercurio.
- 9 Explica por qué un globo lleno de aire se revienta cuando se le presiona con la punta de una aguja y no con un trozo de madera.
- 10 En qué posición crees que el ladrillo ejerce mayor presión sobre el suelo.



- 11 El mar Muerto tiene un alto índice de salinidad en la Tierra, a pesar de ser realmente un lago. ¿Por qué crees que una persona flota con mayor facilidad en este lago que en cualquier otro?

- 12 Explica por qué la forma de una represa se da como se muestra en la figura.



- 13 ¿Qué piensas que le sucede a la densidad de un trozo de madera uniforme cuando se corta en tres partes iguales?
- 14 Dibuja las fuerzas ejercidas por el líquido en el siguiente envase.



- 15 Los submarinos están fabricados para soportar cierta presión hidrostática máxima. Esto les impide sumergirse más de la profundidad máxima prevista. Explica qué le sucedería a un submarino si se encuentra a mayor profundidad de la indicada.
- 16 Explica qué sucede con la presión en el fondo de un vaso de agua si se tapa la parte superior del vaso.
- 17 Si el peso y el empuje son iguales, ¿un cuerpo puede flotar? Explica tu respuesta.
- 18 Un bañista se sumerge en el fondo de una piscina llevando consigo un globo inflado. ¿Qué piensas que le sucederá al volumen del globo a medida que sigue sumergiéndose?

- 19 ¿A qué se debe que sea más denso el aire en lugares como La Guajira o Cartagena que en Bogotá o Pasto?



Problemas básicos

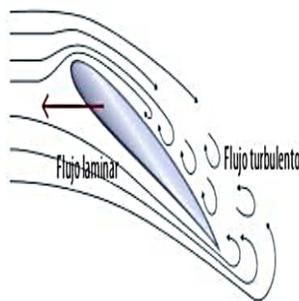
- 20 ¿Cuál es el volumen ocupado por 1.000 g de aluminio?
- 21 La presión máxima que una persona normal soporta es de 8 atm. Según este dato, ¿cuál es la máxima profundidad a la que una persona puede descender en el mar sin correr peligro?
Considera que la densidad del agua de mar es de $1,04 \text{ g/cm}^3$.
- 22 Una lancha tiene un volumen de 5 m^3 . ¿Cuántas personas de 50 kg soporta la lancha para no hundirse en el mar?
- 23 El osmio es una de las sustancias más densas que existen en la naturaleza. Su densidad equivale a $22,6 \text{ g/cm}^3$ y el aluminio es uno de los elementos más ligeros con una densidad de $2,7 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuántas veces más grande es el volumen de 100 g de aluminio comparado con el volumen de 100 g de osmio?
- 24 Un hombre que pesa 800 N está de pie sobre una superficie cuadrada de 4 m de lado. Si se carga al hombro un saco de 40 kg, ¿cuánto debe medir la superficie de apoyo para que la presión sea la misma?
- 25 Calcula la presión que ejerce un cuerpo de 120 kg que está apoyado sobre una superficie de $0,8 \text{ m}^2$. Ahora si el cuerpo estuviera apoyado sobre una superficie de $1,2 \text{ m}^2$, ¿qué presión ejercería? Compara y deduce conclusiones.
- 26 Se ejerce una fuerza de 25 N sobre el émbolo de una jeringa. El émbolo tiene un área de 10^{-4} m^2 . Si el fluido no puede salir, ¿cuál es la presión dentro de la jeringa?
- 27 Se tiene un cilindro con agua, un pistón de 0,2 kg y un área de $0,008 \text{ m}^2$. Calcula la presión total ejercida en la base del cilindro si el aire de la atmósfera ejerce una presión de 100 kPa sobre el émbolo.
- 28 Calcula la presión hidrostática en un punto que está situado a 15 m de profundidad, así como la diferencia de presiones entre dos puntos ubicados a 10 m y 13 m de profundidad.

2. Los fluidos en movimiento

2.1 El movimiento de los fluidos

En la descripción del movimiento de un fluido a través de un tubo, además de la velocidad con que se mueve en cada instante por algún sector del tubo, se deben tener en cuenta otras variables como el área del tubo a través del cual fluye y la presión a la cual está sometido en diferentes puntos, entre otras.

En algunos casos cuando un líquido fluye, se observa que en su trayectoria describe remolinos. De acuerdo con las trayectorias seguidas por las partículas de un fluido se establecen dos tipos de flujo: el flujo turbulento y el flujo laminar. En la siguiente figura se ilustran estos dos tipos de flujo que experimenta el aire en su movimiento en relación con el ala de un avión del cual se muestra su perfil.



Se dice que el flujo es turbulento cuando las partículas del fluido describen trayectorias en forma de remolinos. Las trayectorias de las partículas del fluido se representan mediante unas líneas conocidas como líneas de flujo. En la figura 14 se muestra un ejemplo de flujo turbulento.

Se dice que el flujo es laminar cuando al considerar pequeños volúmenes de fluido, estos se mueven sin girar y sus trayectorias no se cruzan entre sí (figura 14).

Se dice que el flujo de un fluido es laminar estacionario cuando en cada punto de la trayectoria todo pequeño volumen del fluido pasa siempre con la misma velocidad. Es decir, que en este tipo de flujo las trayectorias descritas por las partículas no cambian con el tiempo. Por esta razón, cuando un fluido fluye dentro de un tubo, nos podemos referir a la velocidad en cada punto de un tubo por el que fluye un líquido con flujo laminar estacionario.

Para el estudio de los fluidos tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- El flujo es laminar estacionario.
- Los fluidos son prácticamente incompresibles, es decir, que los aumentos de presión en dicho fluido no alteran su densidad. Los líquidos son menos compresibles que los gases.
- Los efectos de la fricción sobre los fluidos son despreciables.

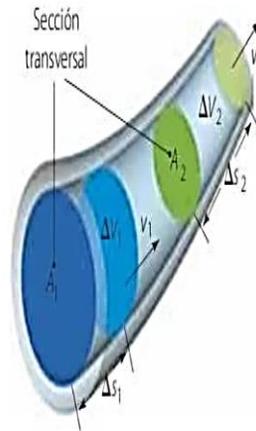
2.2 Ecuación de continuidad

Cuando un fluido se encuentra en movimiento puede cambiar su velocidad. Por ejemplo, en un río el agua avanza lento en los sectores anchos o de mucha profundidad y avanza muy rápido en los sectores angostos o poco profundos.

Se puede decir que la velocidad del fluido es mayor en aquellas zonas donde el área es menor. Por ejemplo, si estamos regando el pasto con una manguera y disminuimos el área en la salida del agua vemos que la velocidad de salida de este líquido aumenta (figura 15).

Esta relación entre el área y la velocidad de un fluido está definida por una expresión denominada ecuación de continuidad.

Supongamos que un fluido incompresible de densidad ρ fluye a través de un tubo cuyo diámetro disminuye. Llamemos v_1 y v_2 a las medidas de la velocidad del fluido en las secciones transversales de áreas A_1 y A_2 , respectivamente. Por otra parte, consideremos que cierta masa de fluido llena un cilindro de volumen ΔV_1 cuya área de la base es A_1 y la altura es Δs_1 .



El valor de la altura del cilindro corresponde a la distancia recorrida por el fluido durante un intervalo de tiempo Δt . En este caso el volumen ΔV_1 es:

$$\Delta V_1 = A_1 \cdot \Delta s_1$$

Si suponemos que el fluido recorre la distancia Δs_1 con velocidad v_1 aproximadamente constante durante un intervalo de tiempo Δt , se cumple que

$$\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t$$

es decir, $\Delta V_1 = A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t$

Cuando el área es A_2 , en el otro extremo del tubo, la misma masa de fluido llena un cilindro de volumen ΔV_2 cuya área transversal es A_2 . La altura Δs_2 del cilindro corresponde a la distancia recorrida por el fluido durante el mismo intervalo de tiempo Δt . En este caso el volumen ΔV_2 es:

$$\Delta V_2 = A_2 \cdot \Delta s_2$$

Si suponemos que el fluido recorre la distancia Δs_2 con velocidad v_2 aproximadamente constante, durante un intervalo de tiempo Δt , se cumple que:

$$\Delta V_2 = A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

La masa de fluido que atraviesa el área A_1 es igual a la que atraviesa por el área A_2 , durante el mismo tiempo y como el líquido es incompresible, el volumen ΔV_1 es igual al volumen ΔV_2 , de donde,

$$A_1 \cdot v_1 \cdot \Delta t = A_2 \cdot v_2 \cdot \Delta t$$

Por ende,

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

La ecuación de continuidad establece que el producto $A \cdot v$ es constante cuando el líquido fluye a través del tubo.

Podemos interpretar este resultado indicando que cuando el área del tubo disminuye, la velocidad del fluido aumenta.



Figura 15. La velocidad de salida del agua en la manguera varía al modificar el área del agujero por el que sale.



Figura 14. Ejemplos de fluidos de flujo turbulento y flujo laminar.

A la cantidad $A \cdot v$ se le llama **gasto volumétrico** o **caudal**, es decir que de acuerdo con la ecuación de continuidad, el caudal es constante a lo largo del tubo.

El caudal se expresa en m^3/s y representa la medida del volumen de fluido que fluye por unidad de tiempo a través del tubo.

* EJEMPLO

Un grifo llena un recipiente de 10 litros de volumen en 8 segundos. Determinar:

- El valor del caudal en litros/s y en m^3/s .
- La velocidad con que fluye el líquido, si el área de salida del grifo es 12 cm^2 .
- La velocidad con que el líquido fluye si el área en la salida del grifo se reduce a la mitad.

Solución:

- Puesto que el grifo distribuye 10 litros en 8 segundos, el caudal es: $\frac{10 \text{ L}}{8,0 \text{ s}} = 1,25 \text{ L/s}$

Como un litro equivale a 10^{-3} m^3 , el caudal es $1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

- El área de salida del grifo es 12 cm^2 , es decir, $12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. Para calcular la velocidad con la cual fluye el líquido, tenemos:

$$\text{Caudal} = A \cdot v$$

$$1,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot v \quad \text{Al reemplazar}$$

$$v = 1,04 \text{ m/s}$$

La velocidad con que fluye el líquido en la salida del grifo es 1,04 m/s.

- Si el área en la salida del grifo se reduce a la mitad, la velocidad del fluido se duplica, es decir, que la velocidad es 2,08 m/s.

2.3 Ecuación de Bernoulli

Hasta ahora hemos considerado únicamente fluidos que se desplazan horizontalmente, sin embargo, los fluidos pueden moverse verticalmente hacia arriba o hacia abajo, como un río que desciende desde la cordillera o como el humo que sube por el orificio de una chimenea. Estos hechos se explican a partir del principio de Bernoulli.

Definición

Principio de Bernoulli

En un fluido la suma de la presión, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial gravitacional por unidad de volumen, se mantiene constante, a lo largo de una línea de corriente.

En la figura 16, se muestra un tubo cuyos extremos I y II se encuentran a las alturas h_1 y h_2 , respectivamente con respecto al nivel de referencia. En el tubo se ha sombreado un sector de igual volumen en cada uno de los extremos y suponiendo que el líquido es incompresible tenemos que los dos volúmenes son de igual masa.

Supongamos que el líquido fluye del extremo I al extremo II, siendo la velocidad del fluido en el extremo I v_1 , el área de dicho extremo del tubo A_1 y la altura con respecto al nivel de referencia h_1 . En el extremo II, la altura con respecto al nivel de referencia es h_2 , la velocidad del fluido es v_2 y el área es A_2 .

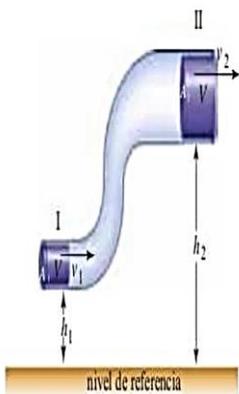


Figura 16. Tubo con extremos de diferentes áreas y que se encuentran a diferentes alturas respecto al nivel de referencia.

Puesto que la velocidad cambia, debemos considerar que cada porción de líquido que se mueve a través del tubo experimenta aceleración y, en consecuencia, concluimos que se ejerce fuerza sobre él.

Llamemos F_1 a la fuerza que actúa sobre el volumen inferior sombreado y P_1 a la presión del líquido en el extremo I, F_2 a la fuerza que actúa sobre el volumen superior sombreado y P_2 a la presión del líquido en el extremo II (figura 17), tenemos entonces:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{y} \quad P_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

Por tanto, $F_1 = P_1 A_1$ y $F_2 = P_2 A_2$

Si en el extremo I, el desplazamiento del fluido durante un intervalo de tiempo es Δs_1 y en el extremo II el desplazamiento es Δs_2 , tenemos que el trabajo efectuado sobre la porción de fluido es:

$$W_{F \text{ no cons}} = F_1 \cdot \Delta s_1 - F_2 \cdot \Delta s_2$$

es decir,

$$W_{F \text{ no cons}} = P_1 \cdot A_1 \cdot \Delta s_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot \Delta s_2$$

Como tenemos que el volumen de la porción de líquido en los extremos es el mismo, entonces:

$$V = A_1 \cdot \Delta s_1 = A_2 \cdot \Delta s_2$$

Por ende,

$$W_{F \text{ no cons}} = P_1 \cdot V - P_2 \cdot V$$

De acuerdo con el principio de conservación de la energía, tenemos:

$$E_I + W_{F \text{ no cons}} = E_{II}$$

Por tanto, para una porción de líquido de masa m se tiene que:

$$1/2 \cdot m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h_1 + (P_1 \cdot V - P_2 \cdot V) = 1/2 \cdot m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h_2$$

A partir de la definición de densidad tenemos que:

$$m = \rho \cdot V$$

entonces,

$$1/2 \cdot \rho \cdot V \cdot v_1^2 + \rho \cdot V \cdot g \cdot h_1 + P_1 \cdot V - P_2 \cdot V = 1/2 \cdot \rho \cdot V \cdot v_2^2 + \rho \cdot V \cdot g \cdot h_2$$

De donde:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

Esta ecuación, enunciada por el matemático y físico suizo Daniel Bernoulli (1700-1782), se conoce como **ecuación de Bernoulli** la cual se expresa así:

Para diferentes puntos del tubo se cumple que:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h + P = \text{constante}$$

A partir de la ecuación de Bernoulli se tiene que si un fluido fluye siempre a la misma altura, en los puntos en los cuales la velocidad es mayor, la presión es menor. A partir de este resultado se explica el movimiento curvo, comúnmente llamado "tiro con efecto", que describe en algunos casos un balón de fútbol (figura 18).

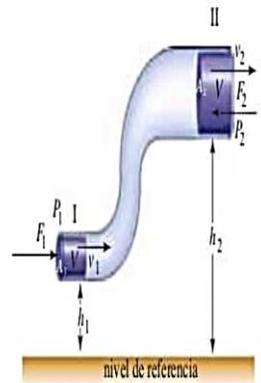


Figura 17. Fuerzas F_1 y F_2 que actúan sobre el volumen del líquido en el punto I y en el punto II.

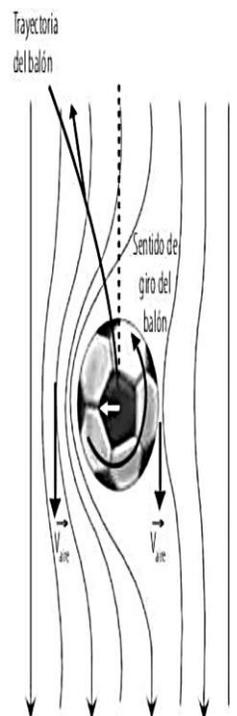


Figura 18. Movimiento curvo del balón llamado "tiro con efecto", que se explica a partir de la aplicación de la ecuación de Bernoulli.

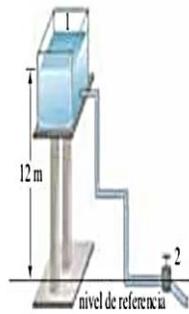
Cuando el balón gira, arrastra consigo una fina capa de aire por efecto de la fricción y, como simultáneamente, el balón se traslada, el flujo de aire se produce en la dirección indicada por las líneas de flujo, teniendo que la velocidad del aire respecto al balón es mayor a un lado que al otro. De acuerdo con la ecuación de Bernoulli en la región de mayor velocidad, en la cual las líneas de flujo están más cerca entre sí, la presión es menor que en la región de menor velocidad. Por consiguiente, el balón experimenta fuerza y se desvía de su trayectoria recta.

EJEMPLO

El agua contenida en un tanque elevado puede fluir por una tubería que está provista de una válvula a 12 m por debajo del nivel del agua en el tanque.

Si la presión atmosférica es 101.325 Pa, determinar:

- La presión en la válvula cuando está cerrada.
- La presión en la válvula cuando está abierta y la velocidad con la cual el agua atraviesa la válvula.



Solución:

- Consideremos dos puntos en el sistema. El punto 1 en la superficie libre del líquido, donde la presión es igual a la presión atmosférica y el punto 2 en la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agua está en equilibrio y la velocidad del agua en los puntos 1 y 2 es igual a cero, por ende de acuerdo con la ecuación de Bernoulli,

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

$$1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m} + 101.325 \text{ Pa} = 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0 \text{ m} + P_2$$

$$P_2 = 218.925 \text{ Pa.}$$

Es decir, la presión en la válvula cuando está cerrada es 218.925 Pa.

- Cuando la válvula está abierta, podemos considerar que en ambos puntos la presión es igual a la atmosférica, P_{atm} , y que la velocidad en el punto 1, es decir, en la superficie del líquido dentro del tanque, es aproximadamente igual a cero, debido a que el nivel baja muy despacio puesto que el área del tubo por la que fluye el líquido es muy pequeña comparada con el área del tanque, es decir,

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

$$1/2 \cdot \rho \cdot 0^2 + 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m} + P_{atm} = 1/2 \cdot 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot 0 + P_{atm}$$

$$117.600 \text{ Pa} = 500 \text{ kg/m}^3 \cdot v_2^2$$

$$v_2 = 15,3 \text{ m/s.}$$

La velocidad con la cual el agua atraviesa la válvula es 15,3 m/s.

2.4 Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli

2.4.1 El tubo de Venturi

Una de las formas utilizadas para medir la velocidad en el interior de un fluido es mediante un instrumento conocido como tubo de Venturi. El funcionamiento de este tubo se basa en el principio de Bernoulli y mide las velocidades a partir de las diferencias de presión entre el sector más ancho y más angosto del tubo, como el mostrado en la figura 19.

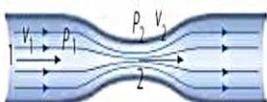


Figura 19. Tubo de Venturi, instrumento utilizado para medir la velocidad al interior de un fluido.

Si aplicamos la ecuación de Bernoulli, tenemos que:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

Como la altura a la cual se encuentran los puntos 1 y 2 es igual, tenemos:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + P_2$$

Por lo cual:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_2 + P = \text{constante}$$

La expresión indica que cuando la velocidad aumenta, la presión disminuye. Como en el estrechamiento la velocidad es mayor, la presión es menor y, en consecuencia, si el tubo está provisto de dos tubos abiertos en cada región, se observa una diferencia de alturas en las dos columnas de líquido (figura 20).

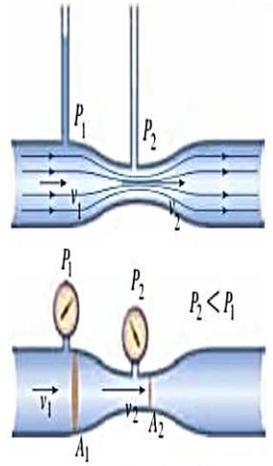


Figura 20. Tubos de Venturi que muestran que a mayor estrechamiento mayor velocidad y por ende menor presión.

EJEMPLO

A través de un tubo de Venturi fluye agua. En la parte más ancha del tubo el área transversal es de 10 cm² y en la parte más angosta el área transversal es de 5 cm². Si en la parte más ancha la presión es de 200.000 Pa y la velocidad con la cual el agua fluye es 10 m/s, determinar:

- La velocidad en la parte más angosta del tubo.
- La presión en la parte más angosta del tubo.

Solución:

- Para determinar la velocidad en la parte más angosta del tubo, aplicamos la ecuación de continuidad.

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ m/s} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot v_2$$

Al remplazar

$$v_2 = 20 \text{ m/s}$$

La velocidad en la parte más angosta del tubo es 20 m/s.

- Para determinar la presión tenemos:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + P_2$$

$$1/2 \cdot 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot (10 \text{ m/s})^2 + 200.000 \text{ Pa} = 1/2 \cdot 1.000 \text{ kg/m}^3 \cdot (20 \text{ m/s})^2 + P_2$$

Al remplazar

$$P_2 = 50.000 \text{ Pa}$$

La presión en la parte más angosta del tubo es 50.000 Pa.

2.4.2 El teorema de Torricelli

Como se muestra en la figura 21, cuando a un recipiente que contiene un líquido se le practica un orificio en una de sus paredes laterales, el líquido sale por el orificio con determinada velocidad.

El punto 1, en la superficie libre, del líquido se encuentra sometido a la acción de la presión atmosférica P_{atm} y la velocidad del fluido es prácticamente cero debido a que el diámetro del orificio es muy pequeño comparado con el diámetro del recipiente. De igual manera, la presión en el punto 2, es igual a la presión atmosférica P_{atm} .

Para determinar la velocidad v_2 con la cual sale el agua por el orificio, es decir, la velocidad en el punto 2, aplicamos la ecuación de Bernoulli, por ende:

$$1/2 \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + P_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

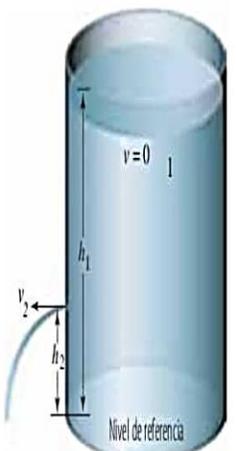


Figura 21. Velocidad de salida del líquido por un orificio en una de las paredes de un recipiente.

Como $v_1 = 0$ y la presión en ambos puntos es igual a la presión atmosférica P_{atm} , tenemos:

$$\rho \cdot g \cdot h_1 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

$$g \cdot h_1 = 1/2 \cdot v_2^2 + g \cdot h_2 \quad \text{Al simplificar } \rho$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}$$

La expresión obtenida para la velocidad de salida del agua por el orificio se conoce como el teorema de Torricelli.

* EJEMPLO

En la figura se muestra un recipiente que contiene agua de tal manera que la distancia entre el fondo y la superficie es 1 m. Si a 80 cm por debajo de la superficie, se hace un pequeño orificio en la pared del recipiente, determinar:

- La velocidad con la cual sale el agua del recipiente.
- La distancia a la cual cae el agua con respecto a la pared del recipiente.



Solución:

- Tomamos como nivel de referencia la horizontal que pasa por el orificio y aplicamos el teorema de Torricelli,

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - h_2)}$$

$$\text{Donde } h_1 = 0,80 \text{ m y } h_2 = 0 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (0,80 \text{ m} - 0 \text{ m})} = 4,0 \text{ m/s}$$

La velocidad de salida del agua por el orificio es 4,0 m/s.

- Para determinar la distancia a la cual cae el agua con respecto a la pared, es decir, la distancia x indicada en la figura, consideramos que se trata de un lanzamiento horizontal, es decir,

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$0,2 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 \quad \text{Al reemplazar}$$

$$t = 0,2 \text{ s}$$

$$x = v_0 \cdot t$$

$$x = 4,0 \text{ m/s} \cdot 0,2 \text{ s} = 0,8 \text{ m}$$

La distancia con respecto a la pared a la cual cae el agua es 0,8 m.

2.5 El flujo sanguíneo

La circulación sanguínea es una función vital, pues es el medio a través del cual las células de nuestro cuerpo pueden recibir el oxígeno y los nutrientes que necesitan y además eliminar las sustancias de desecho. Por esta razón, es importante que la sangre esté en movimiento, es decir, que su comportamiento sea similar al de un fluido en movimiento.

Pero te has preguntado, ¿cómo se produce la circulación de la sangre?

Durante la circulación sanguínea va cambiando la presión que ejerce la sangre sobre las paredes de los vasos. La sangre, al igual que cualquier otro fluido, circula como consecuencia de la existencia de zonas que están a distinta presión y se mueve desde donde la presión es mayor hacia donde la presión es menor.

La presión sanguínea es máxima cuando la sangre sale del ventrículo izquierdo y va disminuyendo a medida que recorre el sistema cardiovascular hasta llegar a la aurícula derecha a muy baja presión. Por su elasticidad, los vasos sanguíneos se adecúan a los cambios en la presión del flujo sanguíneo. Esto afecta la velocidad de la sangre y hace que el flujo oscilante proveniente del corazón se transforme en un flujo continuo a través del resto del sistema cardiovascular.

Esta presión sanguínea está relacionada con la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes internas de los vasos sanguíneos.

Habitualmente la presión sanguínea se mide en las arterias y es llamada presión arterial.

La presión arterial se mide con un manómetro, denominado tensiómetro que está provisto de un brazalete que rodea el brazo en el cual se introduce aire (figura 22).

La presión de la sangre es la diferencia de la presión total del fluido sanguíneo con respecto a la presión atmosférica. Por tanto, si en determinado momento la presión medida con el tensiómetro es 80 mmHg y la persona se encuentra en Bogotá, donde la presión atmosférica es 560 mmHg, entonces la presión sanguínea total es de 640 mmHg.

La presión manométrica de la aorta varía de acuerdo con el ciclo cardíaco y su valor esperado depende de varios factores, entre ellos la edad. Cuando el corazón se contrae, la presión es máxima y se llama sistólica, cuyo valor esperado es 120 mmHg. Cuando el corazón se relaja, la presión es mínima y se denomina diastólica, siendo su valor esperado 80 mmHg.

2.6 Viscosidad

Como lo hemos estudiado en el transcurso de esta unidad los líquidos se adaptan a la forma del recipiente que los contiene y los gases llenan el espacio en el que están contenidos, pero unos lo hacen con mayor facilidad que otros, es decir, se puede hablar de grados de fluidez. Por ejemplo, el aceite fluye más lentamente que el agua y la miel más lentamente que el aceite.



La resistencia a fluir, o derramarse, que presentan los fluidos es una propiedad llamada viscosidad. Los fluidos más viscosos fluyen más lentamente y también es más difícil mover objetos a través de ellos. Es importante no confundir la viscosidad con la densidad. Por ejemplo, el aceite es más viscoso pero menos denso que el agua.

La viscosidad aumenta con la presión. Si se comprime un líquido, la presión hace que se reduzcan los espacios entre sus moléculas y el movimiento de estas se dificulta. Lo mismo ocurre cuando un objeto empuja un líquido al tratar de atravesarlo. El aumento de temperatura hace que los líquidos fluyan con más facilidad, debido a que los líquidos se dilatan al calentarse y sus moléculas se separan.

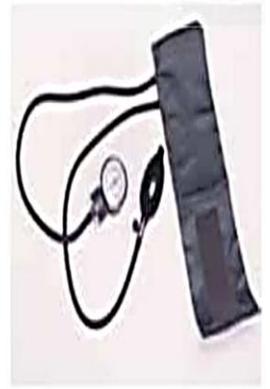


Figura 22. El tensiómetro es un manómetro que mide la tensión arterial.

P Verifica conceptos

1 Escribe V, si la afirmación es verdadera o F, si es falsa. Justifica tus respuestas.

- En un flujo laminar la velocidad en cada punto del fluido puede cambiar.
- Un ejemplo de un fluido en movimiento es el agua en las tuberías del acueducto.
- La ecuación de continuidad indica que la velocidad es directamente proporcional al área transversal que atraviese el fluido.
- Para hallar la ecuación de Bernoulli es necesario aplicar el principio de conservación de la energía.
- La viscosidad se refiere a una fricción interna del fluido.
- La velocidad de un fluido al salir por un orificio de un tanque depende de la densidad del fluido.
- El efecto de un balón cuando se encuentra en el aire se explica mediante el teorema de Torricelli.
- La presión sanguínea se puede medir con un manómetro.
- El gasto volumétrico de un fluido es mayor cuanto más viscoso es el fluido.

2 Responde las siguientes preguntas.

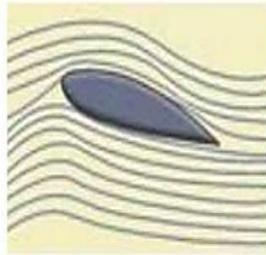
- a. ¿Cómo funciona el tubo de Venturi?
- b. ¿En qué consiste el teorema de Torricelli?
- c. ¿Qué es la presión sistólica?
- d. ¿Qué es un fluido estacionario?
- e. ¿Qué es el gasto volumétrico o caudal?

S Analiza y resuelve

- 3 Explica por qué cuando dos trenes pasan cerca a gran velocidad se tienden a atraer.
- 4 ¿Por qué un beisbolista lanza la pelota de tal forma que gira cuando se encuentra en el aire?
- 5 Una persona necesita elevar una cometa. ¿Qué recomendaciones le darías para lograr elevar la cometa?

6 Explica por qué es importante aplicar aceite lubricante al motor de un carro.

7 La forma que tiene el ala de un avión se hace especialmente para que la velocidad del aire sea mayor en la parte superior que en la parte inferior. Explica en términos de la presión por qué puede sostenerse en el aire el avión.



8 En los túneles de viento analizan la distribución de presiones de un vehículo simulando grandes velocidades. Si el vehículo tiende a elevarse en el túnel de viento, ¿qué crees que está sucediendo con la distribución de presiones sobre el vehículo?

9 ¿Por qué los ciclistas de ruta cuando van en un descenso toman posiciones diferentes sobre la bicicleta?



10 ¿Por qué un avión necesita alcanzar una velocidad mínima antes de despegar de la pista?

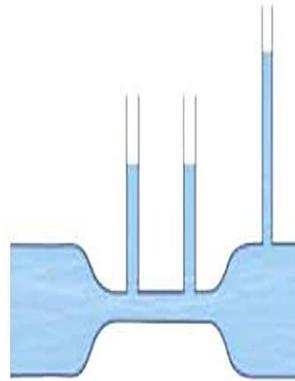
11 Al sacar la cabeza por la ventana de un automóvil a alta velocidad tenemos dificultad para respirar. ¿Cómo explicas este hecho?

12 ¿Por qué los patinadores se ubican unos detrás de otros en una competencia?



Actividades

13 Por un tubo horizontal que presenta una reducción en su diámetro en un sitio intermedio, fluye un líquido. Si se conectan tubos manométricos verticales, como se muestra en la figura, ¿por qué las alturas alcanzadas son diferentes? Explica tu respuesta.



14 Describe la caída de una gota de lluvia en el aire y dibuja la forma que toma.

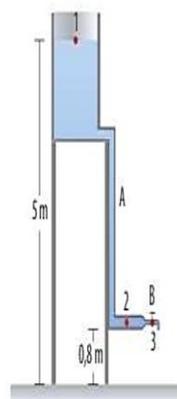
P Problemas básicos

15 Se tiene un orificio circular de 0,8 cm de diámetro, el cual está 8 m por debajo del nivel del agua.

- a. ¿Con qué velocidad sale el agua por el orificio?
- b. ¿Cuál es el caudal?

16 El nivel de un tanque ubicado en la azotea está a 5 m del piso. El depósito suministra agua por medio de un tubo A de 1 cm de radio. Luego, el tubo empalma con otro tubo de 0,5 cm de radio que se encuentra a 0,8 m del piso como se observa en la figura.

- a. ¿Cuál es la presión en el punto dos cuando la tubería está cerrada?
- b. ¿Cuál será la presión en el punto 2 cuando la tubería está abierta?



17 La llave del lavadero llena un balde de 12 litros en 2 minutos. Si la sección transversal de la llave es de 1 cm^2 :

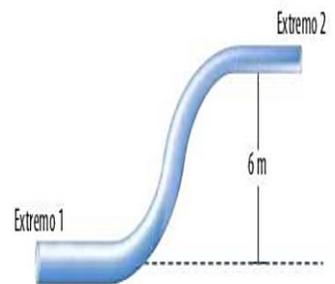
- a. ¿cuál es el caudal?
- b. ¿con qué velocidad sale el líquido?

P Problemas de profundización

18 Una casa se abastece de agua por medio de una tubería de 5 cm de diámetro. La presión a nivel de la calle es de 3 atm y el agua fluye a 0,5 m/s. ¿Cuál será la presión y la velocidad de flujo en la cañería de 2,5 cm de diámetro, en la terraza de 10 m de altura?

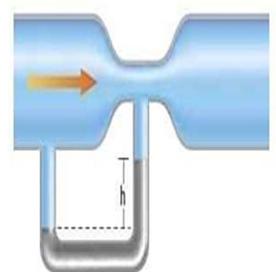
19 Por un tubo como el de la figura, fluyen 200 litros de agua por segundo. La presión en el extremo 1 es de 1,9 atm. El extremo 2 se encuentra a una altura de 6 m con respecto al nivel del extremo 1. El diámetro del tubo en los extremos es de 30 cm y 20 cm, respectivamente. Determina:

- a. La velocidad del fluido en los dos extremos.
- b. La presión en el extremo 2.



20 Las áreas de las partes ancha y angosta del tubo de venturi son, respectivamente, 50 cm^2 y 10 cm^2 . El caudal de agua es de $2.000 \text{ cm}^3/\text{s}$. Determina:

- a. La velocidad del agua en ambas partes del tubo.
- b. La diferencia de presiones en las secciones transversales ancha y angosta.
- c. La diferencia de alturas en las columnas de mercurio.



ONDAS

A continuación, aparecen algunos conceptos relacionados con las ondas, complete la sopa de letras y guiándose por las diapositivas explicadas en clase escriba su significado.

- 1. ONDA ELECTROMAGNETICA
- 3. ONDAS ACUATICAS
- 5. POLARIZACION
- 7. FRECUENCIA
- 9. REFLEXION
- 11. RAYOS X
- 13. VALLE
- 15. LUZ

X	V	Y	B	H	V	P	V	F	E	Q	D	E	R	T	B	E	L	C	T	O	O
U	N	J	L	T	P	K	V	Y	L	S	K	G	P	W	R	J	J	K	U	N	S
H	W	O	N	D	A	S	A	C	U	A	T	I	C	A	S	H	Y	J	D	D	C
J	Q	U	I	W	V	B	M	V	G	J	G	G	T	G	M	W	Q	A	L	L	V
M	N	Y	O	C	V	T	L	D	A	D	I	C	O	L	E	V	E	P	H	M	N
L	I	S	E	N	A	X	B	C	J	J	T	P	G	G	L	L	P	Y	J	O	U
O	K	S	I	L	L	Z	C	C	M	E	W	R	N	Y	E	V	H	O	I	Q	G
N	M	T	S	R	O	S	I	I	R	P	W	N	T	C	D	Y	L	C	N	T	N
G	I	X	D	D	F	S	Q	R	C	E	B	L	T	U	V	L	C	B	W	J	N
I	F	J	O	S	F	O	I	J	A	N	S	R	H	C	R	A	Y	O	S	X	J
T	H	N	U	G	Z	I	N	Y	Q	L	O	T	E	X	R	I	S	R	W	G	X
U	S	O	H	A	U	Y	L	D	L	M	O	D	A	F	I	C	O	P	N	G	E
D	H	F	L	T	L	C	Q	O	A	R	N	P	E	M	J	N	N	Y	O	Q	P
D	R	I	K	L	F	O	P	G	E	M	E	R	A	T	S	E	I	W	R	X	K
E	C	B	A	C	F	A	N	F	T	H	E	L	O	D	M	U	D	J	D	S	M
O	U	N	O	P	C	E	L	H	F	A	L	C	L	D	B	C	O	H	D	N	S
N	B	Y	U	V	T	E	W	N	N	Y	A	X	A	A	S	E	K	R	R	J	B
D	U	S	O	I	X	I	N	Q	K	H	I	U	V	N	V	R	C	E	W	K	P
A	B	T	C	I	B	A	N	G	N	N	E	F	J	R	I	F	S	D	U	U	N
O	T	A	O	J	Q	S	K	T	K	C	I	C	T	O	V	C	K	B	K	A	P
A	D	N	A	R	W	N	G	K	T	G	R	S	S	O	I	S	A	B	A	U	H
Q	V	C	E	D	S	S	R	P	C	W	C	H	X	X	G	J	I	Y	H	P	U

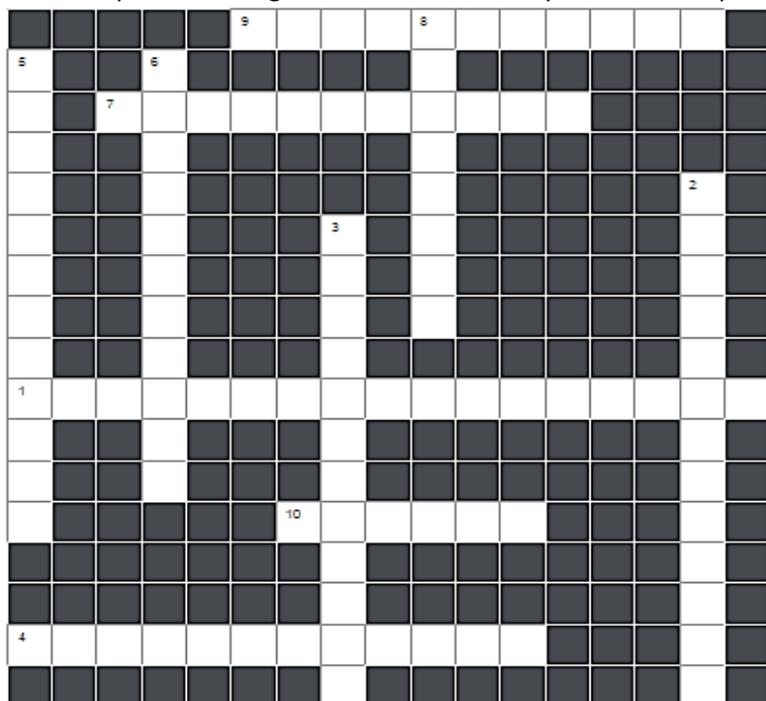
- 2. LONGITUD DE ONDA
- 4. ONDA MECANICA
- 6. REFRACCION
- 8. VELOCIDAD
- 10. SONIDO
- 12. CRESTA
- 14. NODO

Responda de acuerdo a la temática de ondas tratada:

- ◆ Que es una onda _____
- ◆ ¿Qué clases de ondas existen? _____
- ◆ De cinco ejemplos de ondas _____
- ◆ Una onda mecánica es _____
- ◆ Enuncie tres fenómenos ondulatorios: _____
- ◆ Una onda electromagnética es _____
- ◆ De dos ejemplos de ondas mecánicas _____
- ◆ De tres ejemplos de ondas electromagnéticas _____
- ◆ Enuncie tres elementos básicos de las ondas _____
- a. Cuando dos o más ondas inciden sobre un mismo punto se presenta: _____
- b. Fenómeno que consiste en restringir todos los planos de vibración de una onda a uno solo, se conoce como: _____
- c. El fenómeno mediante el cual la onda cambia de dirección de propagación cuando choca con un obstáculo se llama: _____
- d. El cambio de dirección y velocidad que experimenta la onda cuando pasa de un medio a otro, se denomina: _____
- e. Una onda se propaga con una velocidad de 350 m/s y posee una frecuencia de 200 Hz, ¿Cuál es su longitud? _____
- 1. ¿Qué velocidad posee una onda, cuya frecuencia es de 70 Hz y tiene una longitud de 15m? _____
- 2. Una cuerda de guitarra de 90 cm posee una masa de 0,005 kg y se encuentra sometida a una fuerza de tensión de 140 N, ¿A qué velocidad se desplazará un pulso en dicha cuerda? _____
- 3. Un aparato emite ondas con una frecuencia de 600 Hz si la onda posee una longitud de 26 m. ¿Cuál es su velocidad? _____
- 4. Un automóvil emite un sonido de 300 Hz y se mueve a 40 m/s, ¿Cuál es la longitud de la onda? _____
- 5. ¿Qué frecuencia posee una onda cuya longitud es 65m y se propaga a 150 km/h? _____
- 6. Una cuerda de guitarra de 85 cm posee una masa de 0,006 kg y se encuentra sometida a una fuerza de tensión de 100 N, ¿A qué velocidad se desplazará un pulso en dicha cuerda? _____

EL SONIDO

Complete el crucigrama de sonido, con ayuda de las diapositivas explicadas en clase.



HORIZONTALES

1. El mejor amigo del hombre que tipo de sonidos puede percibir:
4. Nombre que recibe el cociente de la fuente sonora y la velocidad del sonido
7. La flauta es un ejemplo de:
9. La velocidad del sonido en el aire depende de:
10. Onda mecánica longitudinal

VERTICALES

2. Ondas sonora que se encuentran en el intervalo de 20 Hz a 20000 Hz
3. Movimiento relativo entre un observador y una fuente sonora, que se manifiesta con un cambio de frecuencia
5. Cuando ondas que superan la velocidad del sonido se produce
6. Una quena es un ejemplo de:
8. Mamífero que puede percibir ondas infrasónicas

- ◆ ¿Qué tipo de onda es el sonido? _____
- ◆ Indique las cualidades o características de un sonido: _____
- ◆ Que es efecto Doppler: _____
- ◆ Que es una onda de choque: _____
- ◆ Indique dos clases de tubos sonoros: _____
- ◆ ¿Cómo se llama el instrumento que detecta ondas sísmicas? _____
- ◆ ¿Qué es timbre? _____
- ◆ De tres ejemplos de tubos abiertos: _____
- ◆ Que sonidos puede percibir el ser humano: _____
- ◆ ¿Qué es tono o altura? _____
- ◆ Qué tipo de sonidos puede percibir un delfín: _____
- ◆ De dos ejemplos de tubos cerrados: _____
- Calcule la velocidad del sonido teniendo en cuenta que a 0° su velocidad es 331 m/s y que se dan las siguientes temperaturas 30° C, 25° C, 50° C, 60° C, 100° C.
- Calcular la longitud de onda de un sonido cuya frecuencia es 400 Hz si se propaga en el aire a la temperatura de 30° C.

- Calcular la velocidad del sonido en el hidrogeno a 350° K y una atmosfera de presión. (Ayuda: $P = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; $\gamma = 1,4$; $R = 8,314$; $\rho = 9 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$) _____
- Calcular la longitud de onda correspondiente para una onda sonora cuya frecuencia es 20000 Hz y se propaga con una velocidad de $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ _____
- Una fuente sonora produce una potencia acústica de $3\pi \times 10^{-5} \text{ w}$. ¿Cuál es la intensidad de este sonido a una distancia de 5m?

- ¿Cuál es la intensidad física de un sonido cuya intensidad es igual a 6β ? _____
- Un tren que se mueve con rapidez de $60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ suena su silbato, el cual tiene una frecuencia de 400 Hz. Determinar las frecuencias escuchadas por un observador estacionario, cuando el tren se aproxima y cuando se aleja del observador.

- Una ambulancia viaja por una carretera con una rapidez de $75 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ su sirena emite un sonido a una frecuencia de 400 Hz ¿Cuál es la frecuencia escuchada por un pasajero que viaja en un automóvil a $55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ en la dirección opuesta, en los casos en que el carro se aproxima y cuando se aleja de la ambulancia? _____
- Calcular la velocidad del sonido a la presión atmosférica. _____