

Objetivos

En esta quincena aprenderás a:

- Conocer el concepto de presión y manejar las unidades en que se mide.
- Comprender el efecto de la presión y la fuerza en los fluidos, conocer sus expresiones y el de la presión hidrostática y realizar ejercicios.
- Saber interpretar los diferentes fenómenos relacionados con la presión en la vida ordinaria.
- Saber en qué se basa el funcionamiento de diferentes aparatos que tienen relación con la presión.
- Conocer la expresión del empuje y sus aplicaciones en el diseño de barcos estables.
- Conocer cómo se han utilizado las características de los fluidos en el desarrollo de tecnologías útiles a nuestra sociedad.

Antes de empezar

1. Presión pág. 72
Definición y unidades
Fuerza y presión en sólidos y fluidos
Experiencia
2. Densidad pág. 74
Definición y unidades
3. Presión hidrostática pág. 75
Principio fundamental
Experiencia (I)
Experiencia (II)
4. Principio de Pascal pág. 77
Enunciado del principio
Aplicación I: Prensa hidráulica
Aplicación II: Frenos hidráulicos
5. Presión atmosférica pág. 78
Atmósfera: características
Experiencia de Torricelli
Medida de la presión atmosférica
6. Principio de Arquímedes pág. 81
Enunciado del principio
Origen del empuje
Equilibrio de los sólidos sumergidos
Ejemplos de aplicaciones prácticas

Ejercicios para practicar

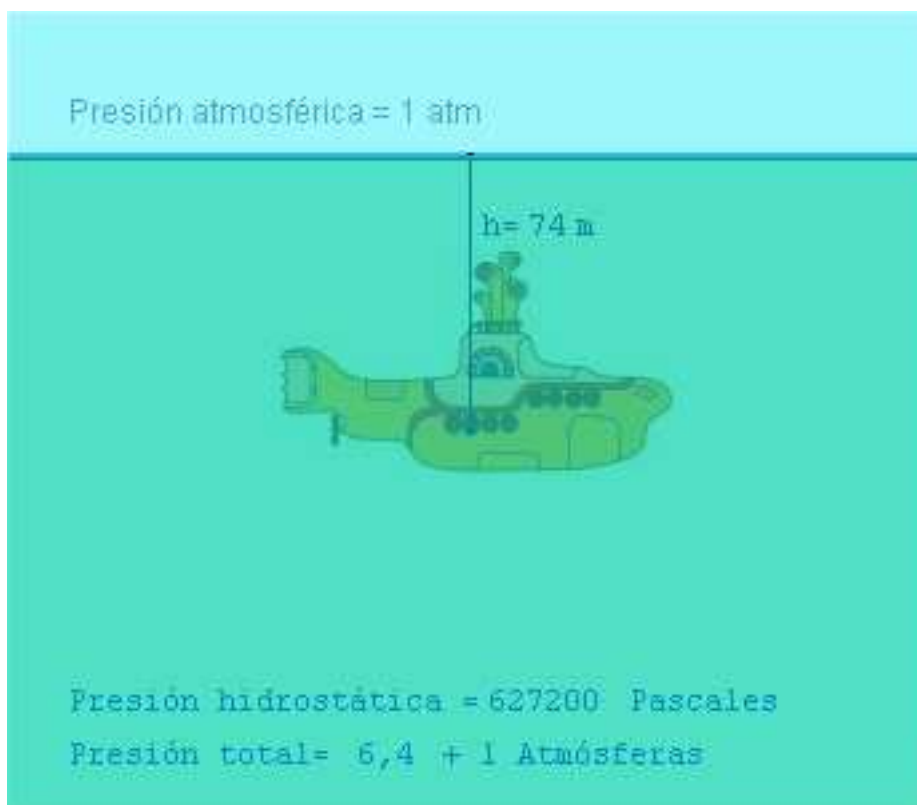
Para saber más

Resumen

Autoevaluación

Actividades para enviar al tutor

Antes de empezar



Recuerda

Las unidades de masa y de volumen y sus equivalencias de múltiplos y submúltiplos. Repasa cómo utilizar las constantes de transformación. Recuerda el concepto de peso ($p = m \cdot g$) y sus unidades.

Investiga

Investiga la historia de la localización y exploración de las fosas marinas, sus profundidades y la utilización del batiscafo. ¿Cuál es la máxima profundidad de una sima marina? ¿Cuánto vale la presión en ella?

Fuerza y presión en los fluidos

1. Presión

Definición y Unidades

Un sólido al entrar en contacto con otro ejerce una fuerza en su superficie tratando de penetrarlo. El efecto deformador de esa fuerza o la capacidad de penetración depende de la intensidad de la fuerza y del área de contacto. **La presión** es la magnitud que mide esa capacidad.

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

Su unidad en el Sistema Internacional es el Pascal ($\text{Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$).

Es la unidad de presión que debes usar en todos los ejercicios de este tema y en general en Física, pero, como oirás expresar la presión en otras unidades, vamos a darte sus equivalencias.

En la industria se usa el kp/cm^2 . Cuando alguien dice que la presión de un neumático es de "2 kilos" se está refiriendo a esta unidad, el kp/cm^2 , (**$\text{kp}/\text{cm}^2 = 98\,000 \text{ Pa}$**). Naturalmente esta forma de expresar la presión como unidad de masa es una incorrección, pero los usos incorrectos en el lenguaje vulgar con el tiempo se afianzan aunque son inadmisibles, conducen a errores conceptuales y son una muestra de ignorancia.

La presión atmosférica se mide en atmósferas y mm Hg.

1 atm = 760 mm Hg

1 atm = 101300 Pa.

Otra unidad son los bar; **1 bar (b) = 1.000 mb**

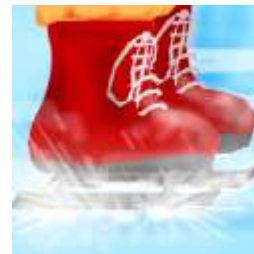
1 bar (b) = 100.000 Pa. En Meteorología se usa el milibar o hPa (**1 mb = 100 Pa**). Una presión de **1 atm equivale a 1013 mb** (recuerda los mapas del tiempo).

Las borrascas tienen valores inferiores a ésta y los anticiclones mayores.

A efectos de exactitud, cuando medimos la presión de los neumáticos, una presión de **2 kp/cm^2 equivalen "casi" a 2 bar.**



¿Por qué raquetas?



Equivalencias

$\text{kp}/\text{cm}^2 = 98\,000 \text{ Pa}$

1 atm = 760 mm Hg

1 atm = 101300 Pa.

1 atm = 1013 mb



Fuerza y presión en los fluidos

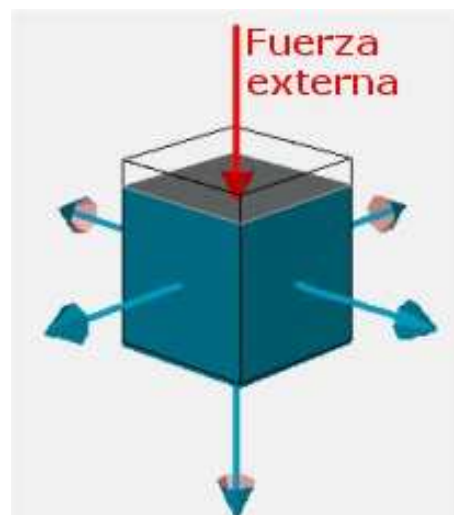
Fuerza y presión en los sólidos y en los fluidos

Una **fuerza externa** aplicada a una pared móvil de un recipiente que contiene un **fluido crea una presión** que lo comprime. La fuerza repartida sobre la superficie de la pared móvil da el valor de la presión ($P = F/S$). El volumen que ocupa el fluido disminuye al aumentar la presión. **La compresibilidad es casi nula en los líquidos.**

Aún sin fuerza externa, el peso del líquido ejercerá una **presión hidrostática** sobre sus capas inferiores. Esta **presión engendra una fuerza que actúa desde el interior del líquido hacia fuera y perpendicularmente a todas las paredes del recipiente.**

$$F = P \cdot S$$

Las **presión es un escalar**, no tiene dirección ni sentido, pero **la fuerza que crea contra las paredes es un vector**, tiene **dirección perpendicular a la superficie y sentido hacia fuera.**



Experiencia: La presión crea una fuerza

Adosamos una chapa ligera al extremo inferior de un tubo abierto por sus dos extremos y la fijamos por medio de un hilo, que sujetamos con una mano por el otro extremo del tubo.

Si soltamos el hilo cuando el tubo está vertical y en el aire, la chapa se cae; pero si lo soltamos una vez que hemos introducido el tubo en un recipiente con agua, la presión hidrostática origina una fuerza sobre el fondo de la chapa y hacia arriba que impide que se caiga.

Esta experiencia muestra como **la presión dentro de un líquido crea una fuerza sobre la superficie de los objetos situados en su interior.** Observa la escena de la página web para ver como al penetrar el agua en el tubo, cuando la suma del peso de la chapa más la fuerza de la presión interior es mayor que la fuerza de la presión exterior, la chapa se cae.



Una chapa inicialmente sujeta por un hilo, y sumergida en un líquido, se mantiene pegada al tubo al soltar el hilo.

Fuerza y presión en los fluidos

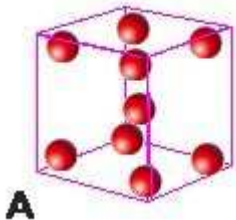
EJERCICIOS RESUELTOS

- Halla el valor en Pascales de las siguientes unidades de presión:
a) 13 kp/cm²; b) 73 cm Hg; c) 1200 mb
Solución: a) 1,27 · 10⁶ Pa; b) 9,73 · 10⁴ Pa; c) 1,2 · 10⁵ Pa
- Escribe los factores de transformación que se deducen de la equivalencia siguiente:
1 Pa = 101.300 mb
Solución: k₁ = 101.300 mb/1 Pa; k₂ = 1 Pa / 101.300 mb
- Un hombre de 70 kg de masa está parado y apoyado en sus dos pies. La superficie de apoyo de cada zapato es de 200 cm². ¿Cuál será la presión, expresada en Pascales, ejercida sobre el suelo?. Dato: g = 9,81 m/s²
Solución: P = 17.167,5 Pa
- Una aguja hipodérmica de sección 0,01 mm² se clava en la piel con una fuerza de 50 N. ¿Cuál es presión ejercida?
Solución: P = 5 · 10⁹ Pa
- Sobre un émbolo de sección 3 cm² que se mueve dentro de un pistón se coloca una masa de 20 kg. ¿Qué presión ejerce en el fluido del interior del pistón?
Solución: P = 6,54 · 10⁵ Pa

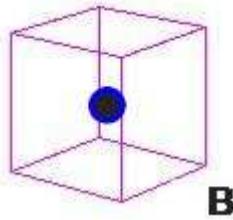
2. Densidad

Definición y unidades

La densidad es una **propiedad característica** de cada sustancia y da idea de lo pesado de los átomos que la forman y de lo juntos que están: **una misma masa de distintas sustancias ocupa distinto volumen.**



$$d = \frac{M}{V}$$



Si algunas sustancias ordenaran sus átomos como A y B, y los átomos de B fueran tres veces más pesados que los de A, aún así sería más densa la sustancia A. La unidad de densidad en el S.I. es el kg/m³.
1 g/cm³ = 1000 kg/m³



Plomo, 11.300 kg/m³



Oro, 19.300 kg/m³



Platino, 21.400 kg/m³

3. Presión hidrostática

Principio fundamental

La Hidrostática trata de los líquidos en reposo.

Un líquido encerrado en un recipiente crea una presión en su seno y ejerce una fuerza sobre las paredes que lo contienen.

La **presión hidrostática** en un punto del interior de un líquido es directamente proporcional a la densidad del fluido, **d**, a la profundidad, **h**, y a la gravedad del lugar, **g**.

$$P = d \cdot g \cdot h$$

Los fluidos (líquidos y gases) ejercen también una presión, $P = d \cdot g \cdot h$, sobre cualquier cuerpo sumergido en ellos. La presión será tanto mayor cuanto más denso sea el fluido y mayor la profundidad. **Todos los puntos situados a la misma profundidad tienen la misma presión.**

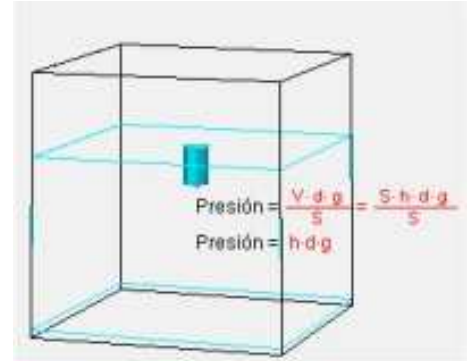
Experiencia I: Mayor cuanto más abajo

Podemos comprobar que la presión hidrostática aumenta al descender dentro de un líquido viendo que la velocidad con la que sale el líquido es mayor cuanto más abajo esté el agujero efectuado en la pared lateral del recipiente.

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

La presión sobre las paredes aumenta hacia abajo y por tanto también lo hace la fuerza sobre las mismas. Si perforamos agujeros a distintas profundidades, la velocidad de salida se hace mayor al aumentar la profundidad.

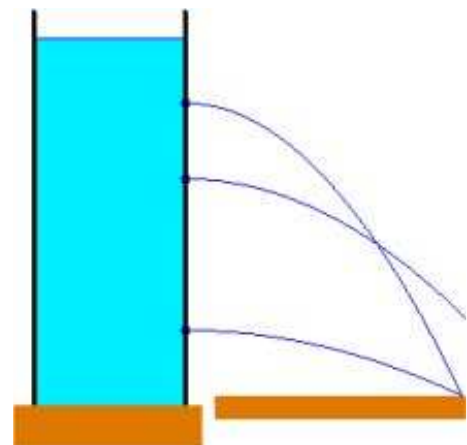
En la página web se muestra una animación de esta experiencia y además se pone de manifiesto que, a pesar de la menor velocidad de salida, el alcance del chorro del medio puede ser mayor que el de más abajo según donde pongamos el nivel de referencia.



La fórmula se calcula partiendo del peso de una columna imaginaria sobre su fondo y la presión en ese punto. Se generaliza al resto del líquido.

(Ver demostración en la escena de la página web).

$$P = d \cdot g \cdot h$$



Fuerza y presión en los fluidos

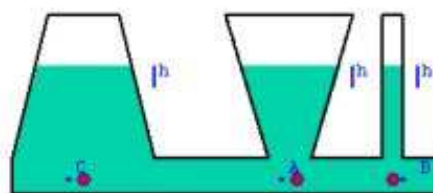
Experiencia II: Vasos comunicantes

Dos o más vasos comunicados por su base se llaman vasos comunicantes. Si se vierte un líquido en uno de ellos, se distribuirá de tal modo que el nivel del líquido en todos los recipientes es el mismo, independientemente de su forma y sus capacidades. Éste es el llamado Principio de los vasos comunicantes.

Este principio **es una consecuencia de la ecuación fundamental de la Hidrostática: Los puntos que están a la misma profundidad tienen la misma presión hidrostática y, para que eso ocurra, todas las columnas líquidas que están encima de ellos deben tener la misma altura.**

Parece "de sentido común" pensar que el recipiente que contiene más agua, y que por tanto tiene mayor peso, el que tiene paredes que convergen hacia el fondo, soporta mayor presión, pero no es así: la Física lo demuestra y la experiencia lo confirma. ¡La Física no se guía por el llamado sentido común! Las conclusiones a las que llegamos por el "sentido común" proceden de razonamientos que tienen sus fuentes de información en lo que observamos con los sentidos y éstos a menudo nos engañan.

Vasos comunicantes



Todos los puntos que están a la misma profundidad soportan la misma presión.

EJERCICIOS RESUELTOS

6. Calcula la presión que soporta un submarino que navega a 150 m de profundidad si la densidad del agua es 1030 kg/m^3
Solución: $P = 1,51 \cdot 10^6 \text{ Pa}$
7. Calcula la fuerza que ejerce el agua sobre los cristales de las gafas, de superficie 40 cm^2 , de un submarinista que bucea a 17 m de profundidad si la densidad del agua es $1,02 \text{ g/cc}$.
Solución: $F = 680,4 \text{ N}$
8. Calcula la presión media sobre las compuertas de un embalse si el agua en ellas tiene una profundidad de 40 m. Nota: Recuerda que la presión arriba es cero y abajo es la máxima. El embalse contiene agua dulce: densidad = 1000 kg/m^3 .
Solución: $P_m = 196.200 \text{ Pa}$

4. Principio de Pascal

Enunciado

Blaise Pascal, matemático, físico y filósofo francés del siglo XVII (ver breve biografía en la página) enunció el siguiente principio:

La presión aplicada a un punto de un fluido estático e incompresible encerrado en un recipiente se transmite íntegramente a todos los puntos del fluido.

Si ejerces una fuerza F exterior sobre un émbolo de sección S , se origina una presión ($p = F / S$) en toda la masa líquida.

La presión es una magnitud escalar, no tiene dirección definida, pero la fuerza interior que origina es un vector perpendicular a la superficie sobre la que actúa. Por lo tanto dentro de una esfera es perpendicular, en cada punto, a la superficie interior.

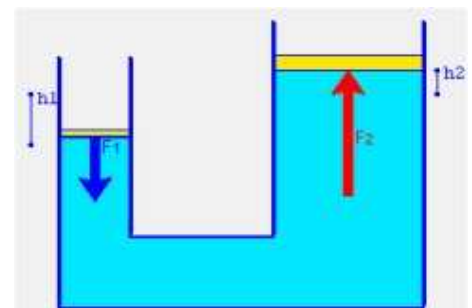
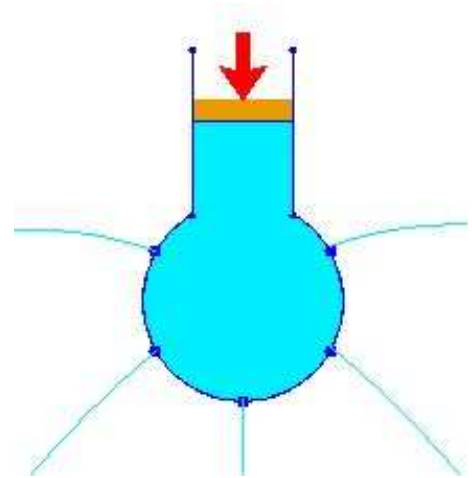
El chorro de líquido **no** sale con más fuerza por el agujero inferior, como podía pensarse al empujar la fuerza externa el émbolo en esa dirección, sino que **sale por todos los orificios con igual velocidad**.

Aplicación del Principio de Pascal: Prensa hidráulica

El "gato hidráulico" empleado para elevar coches en los talleres es una prensa hidráulica. Es un depósito con dos émbolos de distintas secciones S_1 y S_2 conectados a él. La presión ejercida por el émbolo al presionar en la superficie del líquido se transmite íntegramente a todo el líquido. La presión es la misma en los puntos próximos a los dos émbolos. $P_1 = P_2$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1} \quad K = \frac{S_2}{S_1}$$

La fuerza F_1 aplicada en el émbolo pequeño se amplifica en un factor amplificador k tal que: F_2 en el émbolo grande es $k \cdot F_1$. Además de amplificar el valor de F_1 cambia su dirección de utilización, pues F_2 estará donde conectemos al depósito el segundo émbolo.



Fuerza y presión en los fluidos

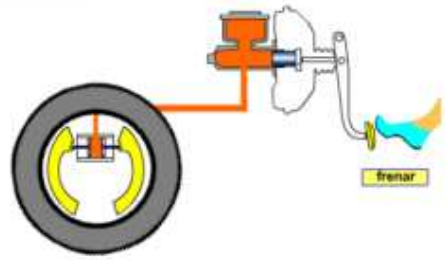
Aplicación del P. Pascal: Frenos hidráulicos

Los frenos hidráulicos son una aplicación del principio de Pascal.

Al pisar el freno ejercemos una fuerza con el pie en el pedal que la transmite a un émbolo de sección pequeña que se mueve dentro de un pistón. Esa fuerza crea una presión en el interior del líquido de frenos. El fluido transmite la presión casi instantáneamente en todas direcciones.

Al tener colocado otro pistón con su émbolo en el otro extremo del circuito hidráulico y, según la relación entre las secciones de los émbolos, la fuerza aplicada será amplificada en ese punto.

El sistema hidráulico cambia también la dirección y el sentido de la fuerza aplicada.



El circuito rojo tiene conectados tres pistones en los que se mueven tres émbolos. El émbolo de menor sección lo mueve el pie y los otros dos los acciona el circuito contra las mordazas que van en el interior de la rueda.

EJERCICIOS RESUELTOS

9. Una prensa hidráulica tiene dos émbolos de 50 cm^2 y 250 cm^2 . Se coloca sobre el émbolo pequeño una masa de 100 kg . a) ¿Qué fuerza se ejercerá sobre el mayor? b) ¿Cuánto vale el factor amplificador de la prensa?
Solución: a) $F = 981 \text{ N}$; b) $k = 5$
10. Los émbolos de una prensa hidráulica tienen una superficie de 40 cm^2 y 160 cm^2 . Si se comprime 4 cm el émbolo pequeño ¿qué distancia subirá el émbolo mayor?
Solución: $x = 1 \text{ cm}$

5. Presión atmosférica

Atmósfera: características.

- La **atmósfera** es la capa gaseosa que rodea la Tierra.
- Tiene un espesor de aproximadamente 100 km que, frente a los 6.400 km del radio de la Tierra o frente a las inimaginables distancias cósmicas, nos da una idea de lo frágil que es la capa que sustenta la vida. **¡Cuidémosla!**
- Contiene gases en continua agitación y movimiento que determinan el clima. **El peso de los gases origina la presión** ($P = d_{\text{gases}} \cdot g \cdot h$).

Los 10 primeros km contienen el 75% de los gases de la atmósfera. Al subir, la concentración disminuye.

Fuerza y presión en los fluidos

- Su elemento más abundante es el nitrógeno (gas muy inerte) seguido del **oxidante** oxígeno (21%) que nos permite respirar; el ozono nos protege de los rayos ultravioleta. Muchos meteoritos arden totalmente en ella. También contiene partículas sólidas en suspensión.
- Su composición y la proporción de sus gases se mantuvo constante durante milenios.

Aunque la atmosfera llega hasta los 100 km, por encima de 10 km no hay prácticamente aire (el 75% de los gases de la atmosfera se encuentra en estos 10 primeros km que corresponden a la **troposfera**).

La concentración del aire varía con la temperatura y por eso el peso del aire sobre un punto de la Tierra no es el mismo todos los días: la presión atmosférica, en un mismo lugar de la Tierra, no tiene un valor constante.

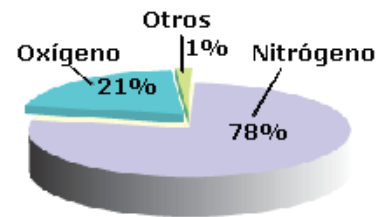
Las diferencias de presiones entre lugares diferentes de la Tierra, originadas por diferente calentamiento, etc. dan lugar a los vientos. Estas diferencias de presión originan desplazamientos verticales y horizontales combinados de los gases atmosféricos que, junto con la orografía y características del suelo, hacen difícil predecir la evolución y los pronósticos climáticos.

Lee el texto de ampliación de conceptos de la página y busca en la Red más información sobre la atmósfera.

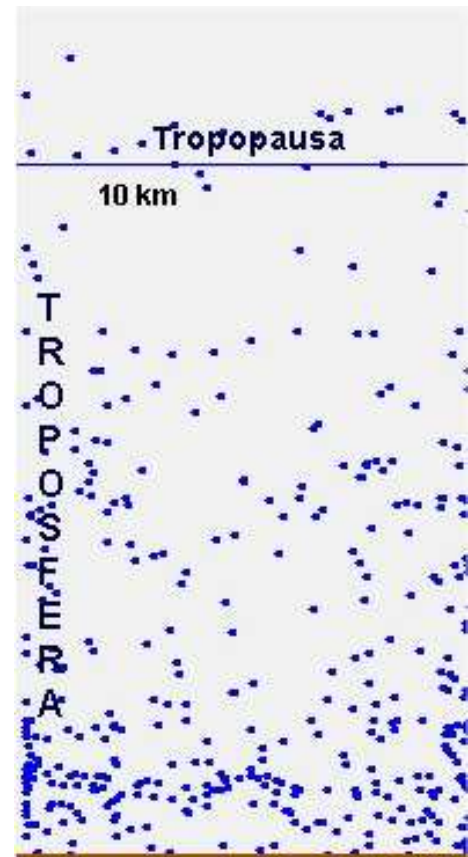
Experiencia de Torricelli

El físico italiano Evangelista Torricelli realizó el **siguiente experimento**: Puso mercurio -Hg- en un tubo de vidrio de 1m hasta casi llenarlo. Tapó el extremo del tubo con el dedo y le dio la vuelta y, sin separar el dedo, lo metió invertido dentro de una vasija que contenía mercurio. Una vez dentro retiró el dedo y observó que el mercurio del tubo no caía, sólo descendía unos centímetros.

Repetiendo la experiencia varias veces y **registrando los datos** comprobó que la altura del mercurio en la columna variaba, según el día, en torno a unos 76 cm. (760 mmHg).



Esta proporción se mantiene constante en altura y a lo largo de los años.



E. Torricelli (1608 – 1647)

En la página Web de este tema dispones de un resumen de su biografía.

Fuerza y presión en los fluidos

También **observó** que si los tubos eran de **distinto diámetro** la columna de Hg siempre **alcanzaba la misma altura**.

Torricelli desterró el concepto de "horror al vacío", concepto con el que desde la antigüedad se justificaba que las cosas cayeran hacia los lugares vacíos (precipicios, etc) creyendo que éste las atraía.

Desterró el concepto demostrando que el peso del aire es el que sostiene el mercurio en la columna y no la atracción del vacío de la parte superior de la columna.

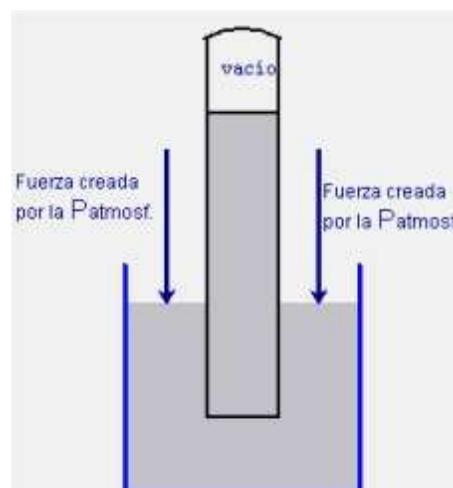
Aparato para medir la presión atmosférica: Barómetro de mercurio

La presión atmosférica se puede medir con un **barómetro de mercurio**, que es, en esencia, el tubo de Torricelli con una escala adosada. El aire atmosférico presiona la superficie del mercurio de la cubeta y el mercurio, en estado líquido (fluido), transmite la presión en todos los puntos (tal como establece el Principio de Pascal). Todos los puntos del mercurio situados a igual altura (A, B, C), tienen igual presión. En C, la presión, que es igual a la presión atmosférica, es capaz de sostener la columna de mercurio encerrada en un tubo. El tubo tiene vacío en la parte superior (si perforáramos el tubo por arriba, el mercurio caería debido a que actúa por arriba la presión del aire).

El aire de la atmósfera crea presiones al nivel del suelo de aproximadamente $1\text{atm} = 101300$ newtons sobre cada cm^2 . Esta presión es capaz de sostener, sobre cada cm^2 de tubo, una columna de masa 1 kg. Al ser muy denso el Hg, una columna con sólo una altura de 76 cm sobre 1cm^2 de base ya tiene esa masa. Es una presión considerable.

Aparato para medir la presión atmosférica: Barómetro aneroide

La presión atmosférica se puede medir con un **barómetro aneroide**. Con él se mide la compresión que ejerce el aire sobre un depósito de latón herméticamente cerrado. Este depósito al comprimirse tira de una cadena que pasa por un engranaje y mueve una aguja sobre una escala.



La página Web de este tema contiene más información sobre el funcionamiento del barómetro



Fuerza y presión en los fluidos

Tiene dos agujas. La aguja más próxima a la escala (la que es movida por el engranaje y señala el valor de la presión sobre la escala) y la aguja situada por encima de la anterior, que sirve de recordatorio. Esta aguja la puede mover el observador por medio de una rosca situada encima del cristal y se deja posicionada sobre la inferior después de cada lectura, para poder saber, al hacer una nueva lectura horas más tarde, en qué sentido se desplazó la aguja inferior.



Esfera del barómetro aneroide.

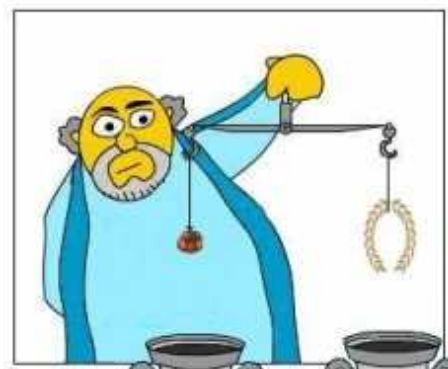
EJERCICIOS RESUELTOS

11. Calcula la masa y el peso de una columna de 77 cm de mercurio de 4 mm² de base sabiendo que la densidad del mercurio es 13.600 kg/m³.
Solución: $m = 0,042$ kg; Peso = 0,41 N
12. Calcula que altura tendrá la columna de mercurio un día de buen tiempo en el que has visto por la TV que la presión es de 1030 mb.
Solución: $P = 103000$ Pa

6. Principio de Arquímedes: Empuje

Enunciado del Principio de Arquímedes

Arquímedes (ver biografía en la página) descubrió que el empuje es el peso del fluido desalojado. El rey quería saber, sin destruir la corona fundiéndola, si el orfebre había empleado todo el oro que le diera para hacerla o por el contrario lo había mezclado con plata. Consultó con Arquímedes y éste, estando en los baños cavilando sobre ello, pensó que la misma masa de dos sustancias distintas no ocupan igual volumen y que seguramente, al meterlas en agua, la más voluminosa soporta un empuje mayor. Y salió a la calle desnudo y gritando ¡Eureka!



Comprobó que al sumergir en agua dos masas iguales, la de oro puro y la de la corona de oro (forma de laurel), recibía más empuje la corona, que tenía por tanto más volumen, y por ello debía tener algo de plata.

Fuerza y presión en los fluidos

Enunciado del Principio

Todo cuerpo sumergido en un fluido sufre una fuerza vertical y hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja la parte sumergida del cuerpo.

Razonamiento matemático para el cálculo del empuje

Si el fluido es agua:

Empuje ascendente = peso del agua desalojada

$$F_{\text{empuje}} = m_{\text{agua desalojada}} \cdot g$$

Como la masa desalojada es igual al volumen sumergido del cuerpo por la densidad ($m = V \cdot d$):

$$m_{\text{agua desalojada}} \cdot g = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot 9.81$$

$$F_{\text{empuje}} = V_{\text{sumergido}} \cdot d_{\text{agua}} \cdot 9.81$$

Origen del empuje

Arquímedes nunca escribió las justificaciones matemáticas con que la física explica hoy su principio. Las caras superior e inferior del cuerpo están sumergidas a distinta profundidad y sometidas a distintas presiones hidrostáticas p_1 y p_2 . Ambas caras tienen la misma superficie, S , pero están sometidas a fuerzas distintas F_1 y F_2 y de distinto sentido.

Si $F_2 > F_1$ y F_2 está dirigida hacia arriba la resultante **E** estará dirigida hacia arriba.

d_f es la densidad del fluido:

$$F_1 = p_1 \cdot S = d_f \cdot g \cdot h_0 \cdot S$$

$$F_2 = p_2 \cdot S = d_f \cdot g \cdot (h_0 + h) \cdot S$$

$$E = F_2 - F_1 = d_f \cdot g \cdot (h_0 + h) \cdot S - d_f \cdot g \cdot h_0 \cdot S =$$

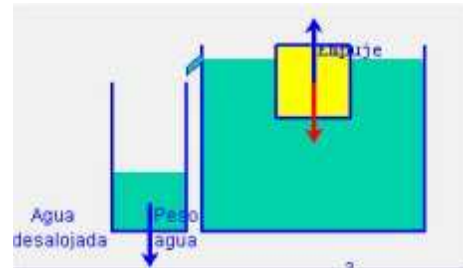
$$d_f \cdot g \cdot S \cdot (h_0 + h - h_0) = d_f \cdot g \cdot S \cdot h = d_f \cdot g \cdot V_{\text{sumergido}}$$

Como la $m_{\text{desalojada}} = d_f \cdot V_{\text{fluido}}$

$$E = m_{\text{desalojada}} \cdot g = \text{Peso fluido desalojado}$$

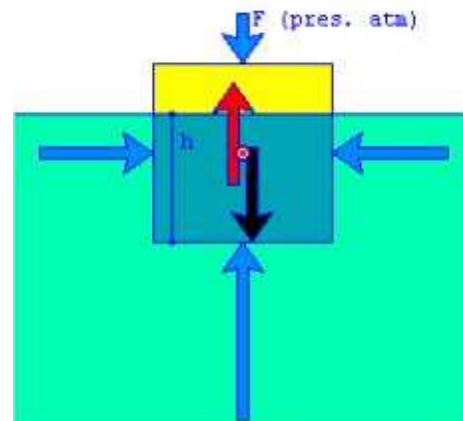
Equilibrio de los sólidos sumergidos

Al introducir un cuerpo en un fluido se produce el estado de equilibrio cuando el empuje iguala al peso. Según sean las densidades del cuerpo y del fluido en el que se sumerge se pueden originar los siguientes casos:



Desaloja igual volumen de agua que el volumen de la parte sumergida del cuerpo. Ésta agua pesa igual que el cuerpo. $V_s = V_{\text{agua desalojada}}$.

Peso agua desalojada = peso del cuerpo.

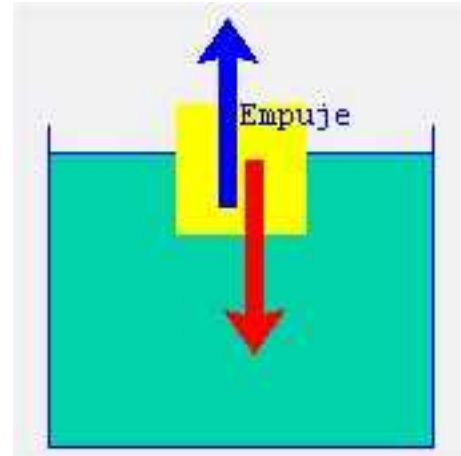


La diferencia de presión en la cara superior e inferior origina el empuje.

El % del volumen que sumerge un cuerpo es igual a la proporción de su densidad respecto a la del líquido en que se sumerge, expresada en %.

Fuerza y presión en los fluidos

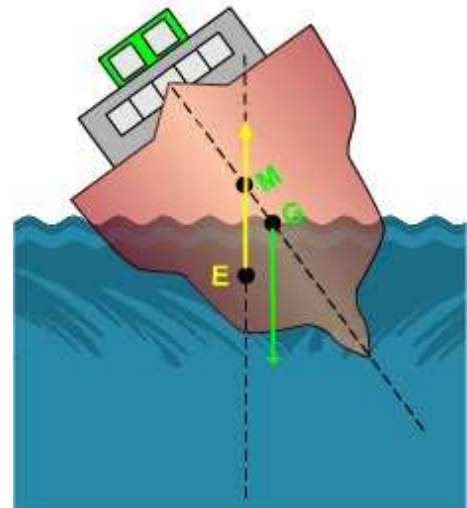
- Si $d_c > d_f$, el peso es mayor que el empuje máximo -que se produce cuando todo el cuerpo está sumergido-. El cuerpo se va al fondo. No produce equilibrio.
- Si $d_c = d_f$, el peso es igual al empuje máximo. El cuerpo queda sumergido y en equilibrio entre dos aguas.
- Si $d_c < d_f$, el peso del cuerpo es menor que el empuje máximo y no se sumerge todo el cuerpo. Sólo permanece sumergida la parte de él que provoca un empuje igual a su peso. Este estado de equilibrio se llama flotación.



Aplicaciones: barcos, globos, etc.

Los barcos flotan porque desplazan un peso de agua que es igual al peso del propio barco. Para que exista equilibrio y no oscilen, además de la igualdad entre el peso del cuerpo y el empuje, se requiere que el centro de gravedad del cuerpo y de la parte sumergida permanezcan sobre la misma vertical. Si el peso y el empuje no están en la dirección vertical se origina un par de fuerzas.

Contempla la animación y observa el Metacentro M y el centro de gravedad. En la página Web dispones de una animación para poder entender como se desplaza el empuje en cada oscilación creando así un par de fuerzas que son las que enderezan el barco. También puedes comprender en la animación como se origina un par que lo vuelca cuando G está por encima de M (ver figura y explicaciones).



Fuerzas peso y empuje

La ascensión de un globo se produce porque la densidad interior es menor que la del aire y el peso del aire desalojado es mayor que la suma del peso del gas interior, la cesta, el lastre y las cuerdas. En la página Web del tema dispones de una escena demostrativa.

Comparando cuánto se hunde un mismo cuerpo en distintos líquidos se puede hallar la densidad de uno relativa al otro, lo que permite construir unos instrumentos de medida llamados densímetros de flotación.

Llevan un lastre de plomo para que se hundan en el líquido y una escala en la que, según hasta donde se hunda, indica la densidad del líquido en el que se sumergen



Densímetro de flotación.

EJERCICIOS RESUELTOS

- 13.** Un cubo de aluminio de 3 cm de arista y densidad $2,7 \text{ g/cm}^3$ se sumerge en agua de densidad 1 g/cm^3 . a) ¿Qué masa tiene el cubo? b) ¿Qué volumen desaloja? c) ¿Qué masa de agua desaloja? d) ¿Cuánto pesa el agua desalojada?
Solución: a) $0,0729 \text{ kg}$; b) 27 cm^3 ; c) 27 g ; d) $0,265 \text{ N}$
- 14.** Un cuerpo de masa 90 g y volumen 120 cm^3 flota en el agua ($d = 1 \text{ g/cm}^3$).
Calcula: a) Peso del cuerpo. b) Volumen sumergido. c) Empuje. d) % del volumen sumergido.
Solución: a) $0,883 \text{ N}$; b) 90 cm^3 ; d) 75%
- 15.** Un cuerpo de masa 240 g y volumen 120 cm^3 se deposita en el agua ($d = 1 \text{ g/cm}^3$).
Calcula: a) La densidad del cuerpo. b) El volumen sumergido. c) El empuje. d) El peso aparente.
Solución: a) 2000 kg/m^3 ; b) 120 cm^3 ; c) $1,175 \text{ N}$; d) $1,175 \text{ N}$
- 16.** Un globo, de volumen 300 m^3 , contiene hidrógeno de densidad $0,09 \text{ g/dm}^3$ y asciende en una masa de aire de densidad $1,29 \text{ kg/m}^3$. La masa de todos sus componentes menos el gas es de 80 kg . Calcula: a) Peso total del globo (gas+materiales). b) La fuerza neta de ascensión (empuje - peso).
Solución: a) masa total = 107 kg y peso 1049 N ; b) $2.747,5 \text{ N}$



Para practicar

- Halla el valor en Pascales de las siguientes medidas de presión: $2,2 \text{ kp/cm}^2$, 2 atm y 1200 mb .
- ¿Qué presión ejercerá sobre el suelo un bloque cúbico de piedra de $0,5 \text{ m}$ de arista que pesa una tonelada? Nota: Volumen = $a \cdot a \cdot a$; Superficie = $a \cdot a$
- Sobre un pistón de superficie 5 cm^2 que comprime agua se deposita una masa de 10 kg . ¿Qué presión soporta el agua?.
- ¿Qué presión soporta un submarino que navega a 200 m de profundidad en unas aguas de densidad $1,02 \text{ g/cm}^3$?. Usa $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- ¿En cuánto disminuirá la presión que soporta un submarinista que bucea a 12 m de profundidad cuando entra en el fondo de una cueva marina cuya altura es 4 m ?.
- El cristal de un batiscafo tiene una sección de 300 cm^2 . ¿Qué fuerza debe soportar para poder descender hasta los 3 km ? Nota: Densidad del agua del mar 1030 kg/m^3 . Toma como valor de $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Si la presión que alcanza el líquido de frenos de un circuito hidráulico es de 150.000 Pa , ¿cuál será la fuerza ejercida por un pistón de sección 1 cm^2 acoplado a él?.
- El émbolo menor de una prensa hidráulica es de 20 cm^2 . ¿Cuál debe ser la sección del émbolo mayor para que al aplicar una fuerza de 180 N en el émbolo pequeño resulten amplificados hasta 3600 N ?.
- Una prensa hidráulica tiene unos émbolos de secciones 10 y 200 cm^2 . Si al aplicar una fuerza de 80 N el émbolo pequeño desciende 5 cm ¿cuánto subirá el grande?.
- Indica los nombres de los dos gases más abundantes de la atmósfera y las proporciones en que se encuentran. ¿Varía la proporción con la altura?.
- La columna de mercurio de un barómetro tiene 79 cm de altura y $0,1 \text{ cm}^2$ de base. ¿Qué altura tendría si tuviera $0,3 \text{ cm}^2$ de base?.
- ¿Qué altura alcanza la columna de mercurio de un barómetro cuando la presión atmosférica es de 1024 mb ? Densidad del mercurio 13600 kg/m^3 .
- Dos bolas A y B de 12 g de masa y densidades $A = 2 \text{ g/cm}^3$ y $B = 3 \text{ g/cm}^3$ se sumergen en agua. ¿Qué empuje recibirá cada una?.
- Un cubo de metal de 5 cm de arista y densidad $4,3 \text{ g/cm}^3$ se sumerge en agua de densidad 1 g/cm^3 . a) ¿Qué volumen de agua desaloja? b) ¿Qué masa de agua desaloja? c) ¿Cuánto pesa el agua desalojada?.
- Un cuerpo de masa 40 g y volumen 160 cm^3 flota en agua dulce ($d = 1 \text{ g/cm}^3$). Calcula: a) Peso del cuerpo. b) volumen sumergido. c) Peso del agua desalojada. d) Empuje. e) % del volumen sumergido.
- Un cuerpo de masa 80 g y densidad $0,5 \text{ g/cm}^3$ se deposita en agua ($d = 1 \text{ g/cm}^3$). Calcula: a) El volumen del cuerpo. b) El volumen sumergido c) El empuje. d) El peso aparente.

Fuerza y presión en los fluidos



Para saber más

La presión en la vida diaria

Tensión arterial y presión arterial

En tu entorno familiar conoces el caso de tus abuelos o de otras personas mayores que controlan su tensión para prevenir derrames cerebrales y accidentes cardiovasculares. Estudia como están relacionados el endurecimiento de las arterias y venas con el colesterol, cómo puedes prevenirlo, consulta en la Web cómo se mide y en qué unidades.

Descompresión de los buceadores: infórmate en la Web

Meteorología. Observa en la Web en un mapa del tiempo las situaciones de altas y bajas presiones, anticiclones y borrascas, y cómo influyen en el tiempo.

Aparatos:

El sifón. Busca información en la Red sobre la utilidad del sifón (puedes mirar debajo del fregadero de la cocina de tu casa) en las instalaciones sanitarias de tu casa.

La bomba aspirante. Entérate en la red de cómo funcionan y qué empuja el agua en esas bombas de balancín (inventadas en el siglo XVII por Otto Guericke) que se ven en las casas antiguas.

Aerostática. Investiga la historia de la navegación aérea, basada en el empuje (Principio de Arquímedes), hasta el invento del avión: los globos, aeróstatos, el Zepeling, etc. Los hermanos Wright, primeros que vuelan en aeroplano, utilizaron la fuerza de sustentación en las alas por la diferente velocidad del aire en la parte superior e inferior (conceptos estudiados en Hidrodinámica).





Recuerda lo más importante

La fuerza y la presión en los fluidos

La presión hidrostática en un punto del interior de un líquido es directamente proporcional a la densidad del fluido, d , a la profundidad, h , y a la gravedad del lugar, g .

$$P = d \cdot g \cdot h$$

Esta presión del interior del líquido crea en las paredes del recipiente una fuerza, perpendicular a las paredes, de valor **$F = P \cdot S$** .

Principio de Pascal

La presión aplicada a un punto de un fluido estático e incompresible encerrado en un recipiente se transmite íntegramente a todos los puntos del fluido.

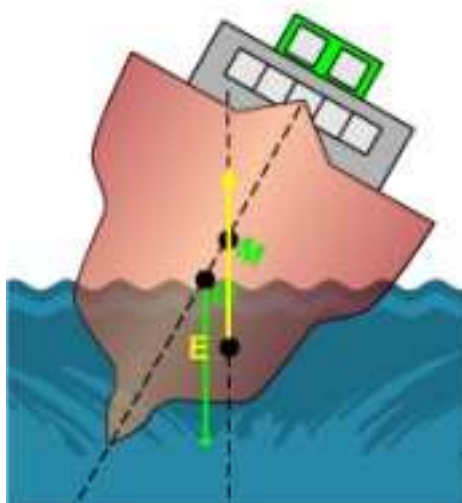
Experiencia de Torricelli

Torricelli demostró que el aire de la atmósfera pesa utilizando un barómetro inventado por él. El peso del aire externo crea una presión en la cubeta y es el que soporta la columna de mercurio y no la atracción del vacío.

Principio de Arquímedes:

El empuje es el peso del fluido desalojado

$$E = V_s \cdot d \cdot g$$





1. Expresa en atmósferas y en Pascales una presión de 1000 mb.
2. ¿Qué presión ejerce sobre el suelo un bloque de masa 500 kg que mide 6x4x2 m cuando se apoya en su cara de 4x2m?
3. Un recipiente cilíndrico lleno de agua tiene una espita de salida de sección 2 cm^2 a 2 m de la superficie. Calcula la fuerza que soporta. Nota.- Densidad del agua 1000 kg/m^3 .
4. Expresa en unidades del S.I la densidad de $2,5 \text{ g/cm}^3$.
5. ¿Qué presión soporta un submarinista sumergido en agua dulce a 35 m de profundidad?
6. Una botella se encuentra hundida en agua dulce a 24 m de profundidad. Halla la fuerza sobre su tapón de $1,5 \text{ cm}^2$.
7. En un émbolo de 5 cm^2 de una prensa hidráulica se ejerce una fuerza de 40 N. ¿Qué fuerza resultará en el émbolo de 100 cm^2 ?
8. Un cuerpo de masa 200 kg flota en agua dulce. ¿Qué volumen de agua desaloja para mantenerse a flote?. ¿Cuánto vale el empuje?
9. ¿Cuál es el peso aparente dentro del agua de un cuerpo de 300 g y volumen 50 cm^3 ?
10. ¿Qué % de su volumen sumerge un cuerpo de masa 80g y volumen 100 cm^3 cuando flota en agua dulce?

Soluciones de los ejercicios para practicar

1. a) 215.600 Pa; b) 202.600 Pa
c) 118.019,4 Pa
2. $P = 39.200 \text{ Pa}$
3. $P = 19.600 \text{ Pa}$
4. $P = 2.001.240 \text{ Pa}$
5. En nada.
6. $F = 9,09 \cdot 10^4 \text{ N}$
7. $F = 15 \text{ N}$
8. $S = 400 \text{ cm}^2$
9. $x = 0,25 \text{ cm}$
10. N el 79% el O 21%
11. El mismo.
12. $h = 0,74 \text{ m}$
13. $E_A = 0,058 \text{ N}$; $E_B = 0,039 \text{ N}$
14. a) 5 cm³ ; b) 5 g ; c) $F = 0,049 \text{ N}$
15. a) 0,392 N; b) 40 cm³
c) 0,392 N; d) 25 %
16. a) 160 cm³; b) 80 cm³
c) 0,784 N; d) cero

Fuerza y presión en los fluidos

Soluciones AUTOEVALUACIÓN

1. $P = 100.000 \text{ Pa}$
2. $P = 612,5 \text{ Pa}$
3. $F = 392 \text{ N}$
4. $d = 2.500 \text{ kg/m}^3$
5. $P = 343.000 \text{ Pa}$
6. $F = 35,28 \text{ N}$
7. $F = 800 \text{ N}$
8. $V = 200 \text{ l} = 0,2 \text{ m}^3$; $E = 1960 \text{ N}$
9. $F = 2,45 \text{ N}$
10. 80%

No olvides enviar las actividades al tutor ►

ACTIVIDADES DE ESO

Nombre y apellidos del alumno:		Curso: 4º
Quincena nº: 4	Materia: Física y Química	
Fecha:	Profesor de la materia:	

- 1.-** Sobre un clavo que tiene la punta de sección $0,1 \text{ mm}^2$ y que está a punto de penetrar en una madera se coloca una masa de 35 kg. a) ¿Qué presión ejerce en la madera? b) ¿Qué fuerza ejerce ?.

- 2.-** Un buceador que lleva unas gafas de 50 cm^2 de superficie está sumergido en agua de densidad $1,03 \text{ g/cm}^3$ a 25m de profundidad. a) ¿Qué presión soporta? b) ¿Qué fuerza se ejerce sobre las gafas?

- 3.-** Los émbolos de una prensa hidráulica tienen de secciones 10 y 250 cm^2 . Se aplica una fuerza de 200 N sobre el émbolo pequeño. a) ¿Qué fuerza ejercerá el mayor? b) ¿Qué distancia sube el émbolo grande si el pequeño baja 5 cm?

- 4.-** Una esfera de masa 100 g y volumen 200 cm^3 se coloca sobre agua dulce y alcanza el equilibrio. a) ¿Qué volumen se sumerge la esfera? b) ¿Qué empuje experimenta?