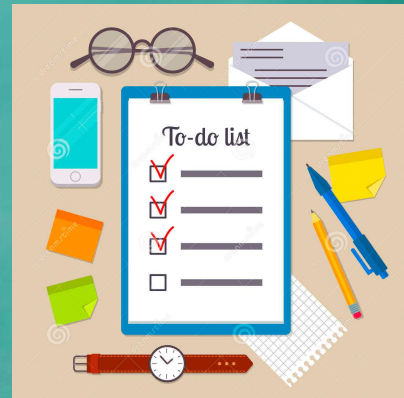


Unidad 2. Fluidos



- 1 tarea 2
- 1 lección 4
- 2 prácticas 3 y 4
- 2 t. autónomo 3 y 4

Componente docente

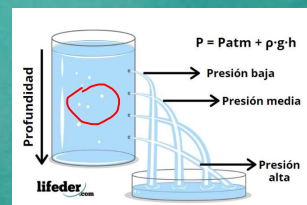
Componente práctico

Componente autónomo

2.1 Hidrostática



En el Mar Muerto, un lago entre Jordania e Israel, el alto porcentaje de sal disuelta en el agua eleva la densidad del fluido, lo que aumenta dramáticamente la fuerza de flotación (boyante) sobre los objetos en el agua. Los bañistas pueden tenderse de espaldas y disfrutar una buena lectura, sin usar colchones flotantes. (© Alison Wright/Corbis)



Objetivos

Definir conceptos básicos relativos a los fluidos como la densidad y la presión.
Calcular la fuerza de flotación que ejerce un fluido en cuerpos sumergidos.

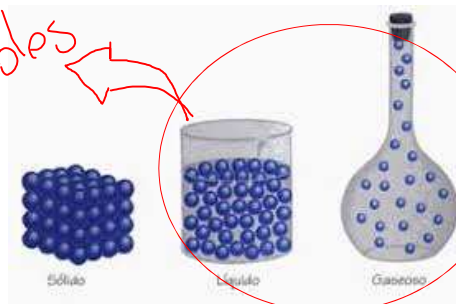
La mecánica de fluidos abarca el estudio de los mismos



estática de fluidos, es decir, considerando que los fluidos ~~se encuentran~~ en equilibrio

Estado de la materia

Fluidos incompresibles



Mecánica de Fluidos
(Hidromecánica)

Hidrostática
(Reposo)

Hidrodinámica
Movimiento

Pneumática
Gases
(propulsados)

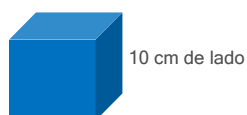
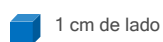
¿Pero que es un fluido?

“Es un conjunto de moléculas que se ordenan aleatoriamente y se mantienen juntas a partir de fuerzas cohesivas débiles y fuerzas que ejercen las paredes de un contenedor”



Copa FIFA

está elaborada en oro de 18 quilates, se sabe que la densidad del oro de 24 quilates es de 19.3 g/cm^3 , pensemos entonces en cuál es la masa de un cubo de 10 cm de lado?



Densidad

La densidad es una característica muy importante de cualquier material, en materiales homogéneos se mantiene en todas sus partes, la definimos como

“cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia

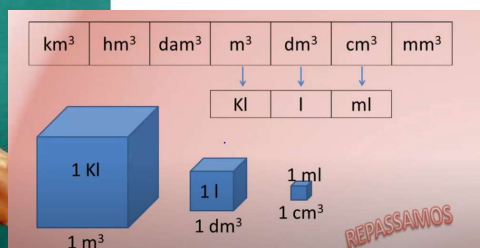
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ es la densidad, letra griega (rho)

m es la masa del material

V es el volumen del material



Densidades de sustancias comunes

Material	Densidad (kg/m ³)*	Material	Densidad (kg/m ³)*
Aire (1 atm, 20°C)	1.20	Hierro, acero	7.8×10^3
Etanol	0.81×10^3	Latón	8.6×10^3
Benceno	0.90×10^3	Cobre	8.9×10^3
Hielo	0.92×10^3	Plata	10.5×10^3
Agua	1.00×10^3	Plomo	11.3×10^3
Agua de mar	1.03×10^3	Mercurio	13.6×10^3
Sangre	1.06×10^3	Oro	19.3×10^3
Glicerina	1.26×10^3	Platino	21.4×10^3
Concreto	2×10^3	Estrella enana blanca	10^{10}
Aluminio	2.7×10^3	Estrella de neutrones	10^{18}

*Para obtener las densidades en gramos por centímetro cúbico, divida entre 10^3 .

Peso Específico

“El peso específico es la cantidad de peso por unidad de volumen de una sustancia”

$$\gamma = \frac{w}{V} \rightarrow$$

Donde:

γ es el peso específico, letra griega (gamma)

w es el peso

V es el volumen

Las unidades en el SI es el $\frac{N}{m^3}$ o también $\frac{lb}{pie^3}$.

D_{Relativa}

Gravedad Específica

Es conveniente expresar el peso específico o la densidad de una sustancia en relación al peso específico o densidad de un fluido considerado como referencia que generalmente es el agua a temperatura de 4°C, que es cuando adquiere su mayor densidad.

$$sg = \frac{\gamma_s}{\gamma_w @ 4^\circ C} = \frac{\rho_s}{\rho_w @ 4^\circ C}$$

Donde:

sg es la gravedad específica

Subíndice s se refiere a la sustancia problema

Subíndice w se refiere al agua (constantes ya establecidas)

★

$$sg = \frac{\gamma_s}{9.81 \text{ kN/m}^3}$$

$$= \frac{\rho_s}{1000 \text{ kg/m}^3} = sg \checkmark \checkmark$$

La gravedad específica se usa a menudo en la industria, para determinar la concentración de soluciones, generalmente disueltas en agua.

La gravedad específica también es conocida como **densidad relativa**.

Relación entre densidad y peso específico

$$\gamma = \frac{w}{V}$$

Pero: $w = m \cdot g$

$$\gamma = \frac{mg}{V}$$

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

$$\gamma = \rho g \checkmark \checkmark \checkmark$$

$$\gamma < \rho$$

A recordar:

La densidad disminuye cuando la temperatura aumenta.

Ejemplo 20.

La glicerina a 20°C tiene gravedad específica de 1,263. Calcule su densidad y su peso específico.

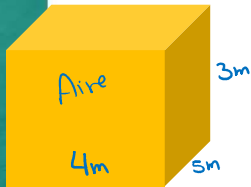
**Ejemplo 20.**

La glicerina a 20°C tiene gravedad específica de 1,263. Calcule su densidad y su peso específico.



① Peso de un cuarto lleno de aire

Calcule la masa y el peso del aire en una estancia a 20°C cuyo piso mide 4.0 m $\times$ 5.0 m y que tiene una altura de 3.0 m. ¿Qué masa y peso tiene un volumen igual de agua?



$$V = A_{\text{base}} \times h$$

$$V = 4 \times 5 \times 3$$

$$V = 60 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{aire}} = ? \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = ?$$

$$\omega_{\text{aire}} = ? \quad \omega_{\text{H}_2\text{O}} = ?$$

$$\rho_{\text{aire}} = 1.20 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

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

$$1.20 = \frac{m}{60}$$

$$m_{\text{aire}} = 72 \text{ kg} //$$

$$\omega_{\text{aire}} = m \cdot g$$

Peso de un cuarto lleno de aire

Calcule la masa y el peso del aire en una estancia a 20°C cuyo piso mide 4.0 m $\times$ 5.0 m y que tiene una altura de 3.0 m. ¿Qué masa y peso tiene un volumen igual de agua?



Sears Zemansky

2

14.1. Usted realiza un trabajo de medio tiempo, y un supervisor le pide traer del almacén una varilla cilíndrica ~~de acero~~ de 85.8 cm de longitud y 2.85 cm de diámetro. ¿Necesitará usted un carrito? (Para contestar, calcule el peso de la varilla.) Sol: 41,8 N; No

3

14.3. Imagine que compra una pieza rectangular de metal de $5.0 \times 15.0 \times 30.0$ mm y masa de 0.0158 kg. El vendedor le dice que es de oro. Para verificarlo, usted calcula la densidad media de la pieza. ¿Qué valor obtiene? ¿Fue una estafa?

- 4 **14.4. Lingote de oro.** Usted gana la lotería y decide impresionar a sus amigos exhibiendo un cubo de oro de un millón de dólares. En ese momento, el oro tiene un precio de venta de \$426.60 por onza troy, y 1.0000 onza troy es igual a 31.1035 g. ¿Qué tan alto debe ser su cubo de un millón de dólares?

- 5 **14.5.** Una esfera uniforme de plomo y una de aluminio tienen la misma masa. ¿Cuál es la razón entre el radio de la esfera de aluminio y el de la esfera de plomo?

$$\rho_{\text{Pb}} = 11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_{\text{Al}} = 2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$



$$\textcircled{1} m_{\text{Pb}} = m_{\text{Al}}$$

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

$$\textcircled{1} \rho_{\text{Pb}} \cdot V_{\text{Pb}} = \rho_{\text{Al}} \cdot V_{\text{Al}}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\frac{r_{\text{Al}}}{r_{\text{Pb}}} =$$


- ⑥ 14.6. a) Calcule la densidad media del Sol. b) Calcule la densidad media de una estrella de neutrones que tiene la misma masa que el Sol pero un radio de sólo 20.0 km.

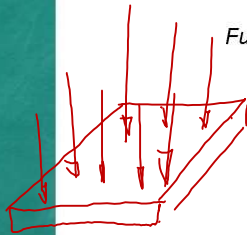
$M_{\text{sun}} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$ and radius $6.96 \times 10^8 \text{ m}$.

- ⑦ 14.7. Un tubo cilíndrico hueco de cobre mide 1.50 m de longitud, tiene un diámetro exterior de 3.50 cm y un diámetro interior de 2.50 cm. ¿Cuánto pesa?

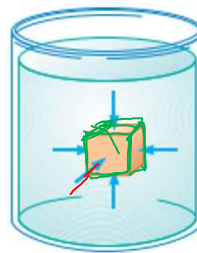
Presión

En equilibrio, la presión en cualquier punto de un fluido es igual en todas las direcciones

- Un fluido estando en reposo, tiende a comprimir a un cuerpo en todas las direcciones como se muestra en la figura, en cada lado del objeto el fluido ejerce una fuerza que es perpendicular a la superficie.



Fuerza ejercida por un fluido sobre un cuerpo sumergido

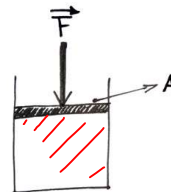


Fuente: Serway y Jewett (2008).

- Teniendo el dispositivo de la figura, se puede determinar la presión, el dispositivo consta de un pistón aplicado a un cilindro al vacío, cuya área es A y la fuerza que el pistón ejerce es F.

Dispositivo para medir la presión

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{m^2} = Pa$$



La relación de la fuerza y el área es la presión ejercida, su ecuación es la siguiente:

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

A y P
Pa

La unidad en el SI es el Pascal es decir (N/m²).

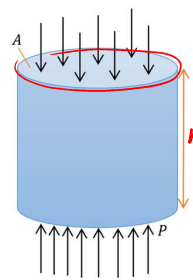
$$1P = 1 \frac{N}{m^2}$$

Variación de la presión con profundidad

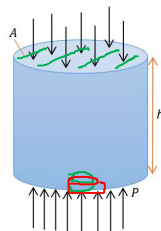
En el agua la presión aumenta con la profundidad, esto se puede demostrar de la siguiente manera, consideremos una columna de fluido estático e incompresible de altura h , en el fondo actúa la presión P y tiene un área A , entonces:

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

La presión depende de la altura



La presión depende de la altura



La fuerza es el peso $w = mg$

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

La masa $m = \rho V$

$$P = \frac{\rho V g}{A}$$

El volumen $V = Ah$

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

$$P = \rho g h$$

Principio Fundamental de la Hidrostática.

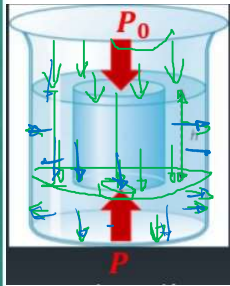
$$P = P_a = \frac{N}{m^2}$$

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

Si consideramos un fluido abierto a la atmósfera, la presión será la siguiente:

$$P = P_o + \rho g h$$

$P_o \rightarrow P_{atmosférica}$



Si consideramos un fluido abierto a la atmósfera, la presión será la siguiente:

$$P = P_0 + \rho gh$$

P es conocida también como presión absoluta y ρgh sería la presión manométrica:

$$P(\text{abs}) = P(o) + P(\text{man})$$

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{man}} \quad \text{Ley P. Hidrostática}$$

Entonces la presión en un fluido va a depender de la profundidad y del valor de P_0 , y de existir un aumento de presión en la superficie, se transmitirá a todos los puntos del fluido. Esta es conocida como:

→ **Ley de Pascal:**

“un cambio en la presión aplicada a un fluido se transmite sin disminución a todos los puntos del fluido y a las paredes del contenedor”

Resumen Hidrostática

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \gamma = \frac{w}{V}$$

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$s_g = \frac{\rho_o}{\rho_w} = \frac{\gamma_o}{\gamma_w}$$

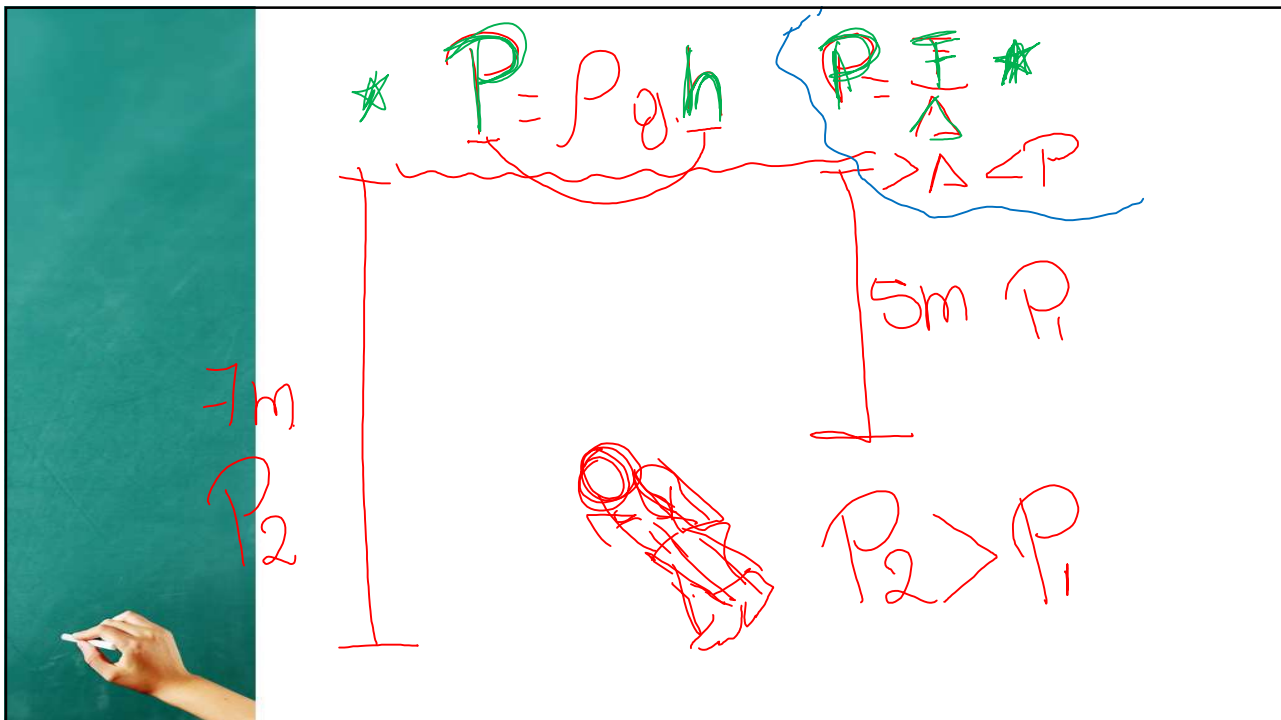
$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P(P_o)$$

$$P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ m} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \times 10^5 Pa$$

Fluidos
Hidrost.

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



Ley de Pascal:
 "un cambio en la presión aplicada a un fluido se transmite sin disminución a todos los puntos del fluido y a las paredes del contenedor"

Quizà la aplicaci3n m3s conocida es la prensa hidràulica

https://www.youtube.com/watch?v=nW_VW32hXsE

14.8 El elevador hidráulico es una aplicación de la ley de Pascal. El tamaño del recipiente lleno de fluido se ha exagerado por claridad.

③ Al actuar sobre un pist3n con una mayor àrea, la presi3n produce una fuerza capaz de sostener el autom3vil.

① Se aplica una fuerza pequeña en este lado.

$A = \pi r^2$

$P_1 = P_2$
 $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$
 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$
 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$
 $\sqrt{\frac{F_1}{F_2}} = \frac{r_1}{r_2}$

② La presi3n p tiene el mismo valor en todos los puntos a la misma altura en el fluido (ley de Pascal).

<https://www.youtube.com/watch?v=FqY8IRimq9I&list=TLPMzEwODlwMjB5xL7cb0BESg&index=2>

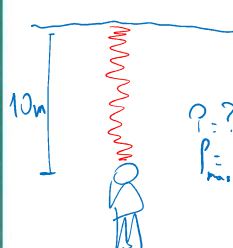
Ejemplo 22.

Un buceador desciende a 10 metros de profundidad en el mar.
¿Cuál es la presión que está soportando, si la densidad del agua del mar es 1025 kg/m³? Sol. 100450 Pa

Solución.

Según el principio fundamental de la hidrostática:

$$P = \rho gh = P_a$$



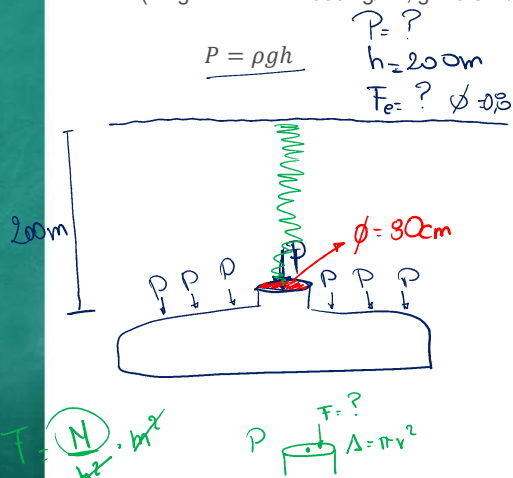
$P = ?$
 $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$
 $P = 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
 $N = \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{kg}$
 $w = m \cdot g$
 $w = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $w = \text{N}$
 $P = 100552,5 \text{ Pa}$

Ejemplo 23.

Calcula la presión que soportan las paredes de un submarino cuando se encuentra sumergido a 200 m de profundidad. ¿Cuál será la fuerza que actuará sobre una escotilla si tiene forma circular y 80 cm de diámetro?

Sol. 1014759.56 N → $\vec{F}$

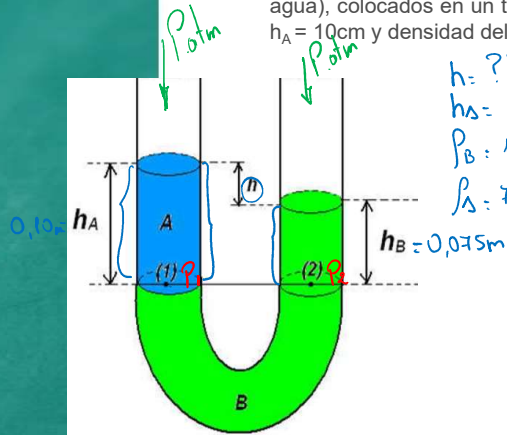
(d agua de mar = 1030 kg/m³; g = 9.8 m/s²)



$P = \rho gh$
 $h = 200 \text{ m}$
 $F_e = ?$ $\phi = 80 \text{ cm}$
 $P = \frac{F}{A}$
 $P = \rho \cdot g \cdot h$
 $P = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 200 \text{ m}$
 $P = 2018800 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
 $P = 2018800 \text{ Pa}$
 $P_{\text{presión}}$
 $A = \pi \cdot r^2$
 $P = \frac{F}{A}$
 $F = P \cdot A$
 $F = 2018800 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot (0.4 \text{ m})^2$
 $F = 1014759.56 \text{ N}$
 $F = 1014.7 \text{ kN}$
 $\checkmark F = 1014.7 \times 10^3 \text{ N}$
 $F = 1014700 \text{ N}$

Ejemplo 24.

Aplicando los conceptos del principio de la hidrostática y el principio de Pascal, hallar la altura h para estos dos fluidos (fluido A es el aceite y fluido B es el agua), colocados en un tubo en forma de U, abierto a la atmósfera. Considere $h_A = 10\text{cm}$ y densidad del agua = 1000 kg/m^3 y densidad del aceite 750 kg/m^3 .



$$h = ??$$

$$h_A = 10\text{cm} = 0.10\text{m}$$

$$\rho_B = 1000\text{ kg/m}^3$$

$$\rho_A = 750\text{ kg/m}^3$$

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

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = P_2$$

→ Pascal.

$$P_{atm} + P_A = P_{atm} + P_B$$

$$P_A = P_B$$

$$\rho_A \cdot g \cdot h_A = \rho_B \cdot g \cdot h_B$$

$$(750)(0.10) = (1000)h_B$$

$$h_B = 0.075\text{m}$$

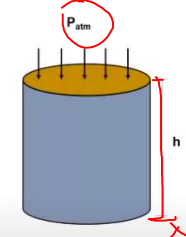
$$* h = h_A - h_B$$

$$* h_A = h + h_B$$

$$h = 0.10 - 0.075$$

$$h = 0.025\text{m} = 2.5\text{cm}$$

1



Calcula la presión absoluta en el fondo de un tanque lleno de aceite y abierto a la atmósfera que tiene 1,8 m de altura. Sol: 115412 Pa

Densidad del aceite: 800 kg / m³

Datos:
 h: 1,8 m
 Densidad aceite: 800 kg / m³
 Po: ~~1,013 x 10⁵ Pa~~
 $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $\times 1 \text{ atm}$
 $\times 760 \text{ mmHg}$

$P(\text{abs}) = P(o) + P(\text{man})$

$P_{\text{abs}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} + \rho g h$

$P_{\text{abs}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa} + 800$

$P(\text{abs}) = 1,013 \times 10(5) \text{ Pa} + (800)(9,8)(1,8)$
 $P(\text{abs}) = 115412 \text{ Pa}$
 $P(\text{abs}) = 115,41 \text{ kPa}$

Handwritten notes: Botm, Patmosferic, Hidrostatic

2

14.8. Fumarolas oceánicas. Las fumarolas oceánicas son respiraderos volcánicos calientes que emiten humo en las profundidades del lecho oceánico. En muchas de ellas pululan criaturas exóticas, y algunos biólogos piensan que la vida en la Tierra pudo haberse originado alrededor de esos respiraderos. Las fumarolas varían en profundidad de unos 1500 m a 3200 m por debajo de la superficie. ¿Cuál es la presión manométrica en una fumarola oceánica de 3200 m de profundidad, suponiendo que la densidad del agua no varía? Exprese su respuesta en pascuales y atmósferas.

$\rho_{\text{mar}} = 1030 \text{ Kg/m}^3$

$h = 3200 \text{ m}$

$P = ?$

$P = \rho g h$

$P = 1030(9,8)(3200)$

$P = 32320800 \text{ Pa}$

$P = 32320800 \text{ Pa} \times \frac{1 \text{ atm}}{1,013 \times 10^5 \text{ Pa}} = 318,86 \text{ atm}$

$P = 32320800 \text{ Pa} \rightarrow 101300 \text{ Pa}$

Handwritten notes: 318,86 atm

3

14.9. Océanos en Marte. Los científicos han encontrado evidencia de que en Marte pudo haber existido alguna vez un océano de 0.500 km de profundidad. La aceleración debida a la gravedad en Marte es de 3.71 m/s^2 . a) ¿Cuál habría sido la presión manométrica en el fondo de tal océano, suponiendo que era de agua dulce? b) ¿A qué profundidad de los océanos terrestres se experimenta la misma presión manométrica?

$$a) P = ?$$

$$h = 500 \text{ m}$$

$$g_m = 3.71 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P = \rho g h$$

$$P = 1000(3.71)(500)$$

$$P = 1.86 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$b) P = \rho g h$$

$$\rho_{H_2O} = 1000$$

$$g = 9.8$$

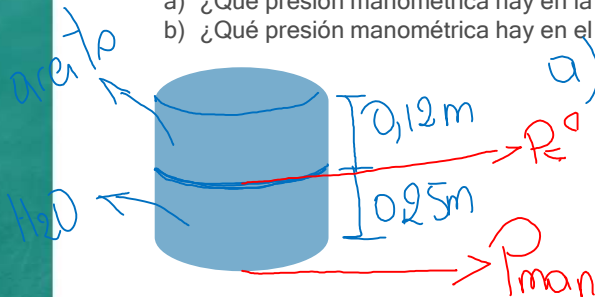
$$h = \frac{P}{\rho g} = \frac{1.86 \times 10^6}{1000(9.8)} = 184 \text{ m}$$

4

14.12 Un barril contiene una capa de aceite de 0.120 m sobre 0.250 m de agua. La densidad del aceite es de 600 kg/m^3 .

a) ¿Qué presión manométrica hay en la interfaz aceite-agua?

b) ¿Qué presión manométrica hay en el fondo del barril?



5

14.13

Los neumáticos de un automóvil de 975 kg están inflados a

"32.0 libras" $\rightarrow 32 \text{ lb/in}^2$

- a) ¿Cuáles son la presión absoluta y manométrica en estos neumáticos en lb/in^2 , Pa y atm?
- b) Si los neumáticos fueran perfectamente redondos, ¿la presión en ellos podría ejercer alguna fuerza sobre el pavimento? (Suponga que las paredes del neumático son flexibles, de manera que la presión ejercida por el neumático sobre el pavimento es igual a la presión de aire dentro del neumático.)
- c) Si examinamos los neumáticos de un auto, es obvio que hay cierto aplanamiento en la parte inferior. ¿Cuál es el área total de contacto de la parte aplanada de los cuatro neumáticos con el pavimento?

a) $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{man}}$ $32 \text{ lb/in}^2 + \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{14.7 \text{ lb/in}^2}$
 $P_{\text{abs}} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} +$
 $P_{\text{abs}} =$

b) No

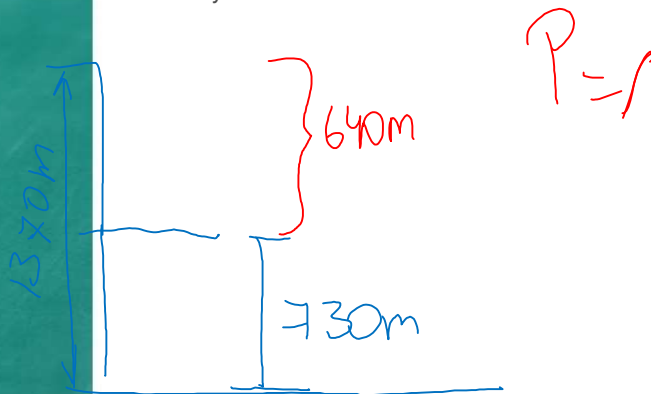
c) $P = \frac{F}{A}$ $A = \frac{F}{P} = \frac{M \cdot g}{P} =$



6

14.15

¿Qué presión manométrica debe producir una bomba para subir agua del fondo del Gran Cañón (elevación 730 m) a Indian Gardens (elevación 1370 m)? Exprese sus resultados en pascles y en atmósferas.



7

14.16

El líquido del manómetro de tubo abierto de la figura 14.9a es mercurio, $y_1 = 3.00$ cm y $y_2 = 7.00$ cm. La presión atmosférica es de 980 milibares. a) ¿Qué presión absoluta hay en la base del tubo en U? b) ¿Y en el tubo abierto 4.00 cm abajo de la superficie libre? c) ¿Qué presión absoluta tiene el aire del tanque? d) ¿Qué presión manométrica tiene el gas en pascuales?

a) $P_{obs} = base$
 $h = 4$ cm

d) P_{man}

$$980 \text{ mbar} \times \frac{1 \text{ bar}}{1000 \text{ mbar}} \times \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.013 \text{ bar}} = 98000 \text{ Pa} //$$

$$P_{Hg} = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$P_0 = 980 \text{ milibares} \rightarrow \text{Pa}$$

$$a) P_{obs} = P_{atm} + P_{man}$$

$$P_{obs} = 98000 + P_{Hg} \cdot g \cdot y_2$$

$$P_{obs} = 98000 + 13.6 \times 10^3 (9.8)(0.07)$$

$$P_{obs} = 107329.16 \text{ Pa} //$$

$$b) P_{obs} = P_{atm} + P_{Hg} \cdot g \cdot h$$

$$P = 103331.2 \text{ Pa} //$$

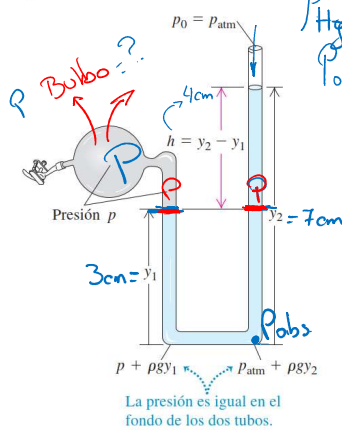
c) $P = b)$ la presión es la misma a esa altura

$$d) P_{man} = P \cdot g \cdot h$$

$$= 13.6 \times 10^3 (9.8) (0.04)$$

$$P_{gas} =$$

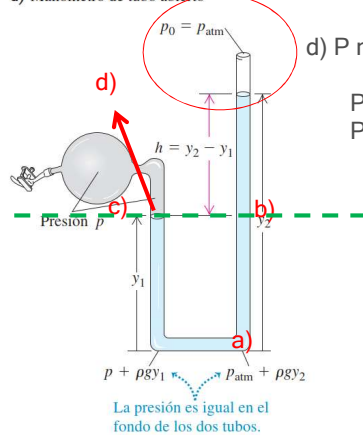
a) Manómetro de tubo abierto



$$b) P_{abs} = 103331.2 \text{ Pa}$$

c) La P_{abs} como está a la misma altura en el ramal izquierdo, es la misma del literal b) $P_{abs} = 103331.2 \text{ Pa}$

a) Manómetro de tubo abierto



$$d) P_{man} = ? \text{ Gas/aire}$$

$$P_{man} = (13.6 \times 10^3) (9.8) (0.04)$$

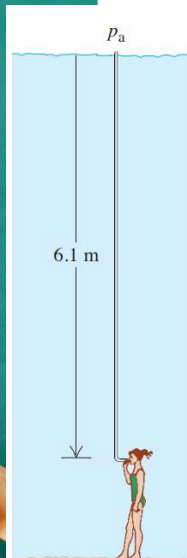
$$P_{man} = 5331.2 \text{ Pa}$$

8

14.17

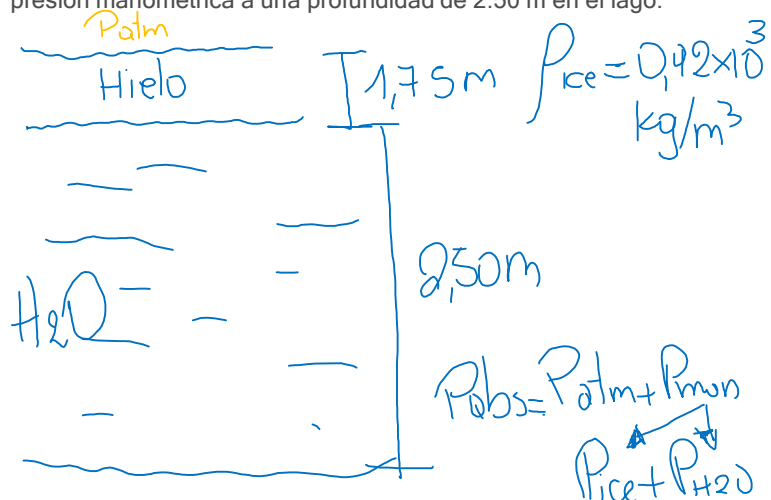
Hay una profundidad máxima a la que un buzo puede respirar por un "snorkel" pues, al aumentar la profundidad, aumenta la diferencia de presión que tiende a colapsar los pulmones del buzo. Como el snorkel conecta los pulmones con la atmósfera, la presión en ellos es la atmosférica.

Calcule la diferencia de presión interna-externa cuando los pulmones del buzo están a 6.1 m de profundidad. Suponga que el buzo está en agua dulce. (Un buzo que respira el aire comprimido de un tanque puede operar a mayores profundidades que uno que usa snorkel, porque la presión del aire dentro de los pulmones aumenta hasta equilibrar la presión externa del agua.) Sol. 59780 Pa

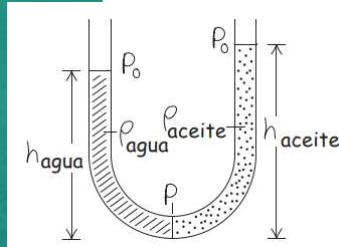


9

14.19 Un lago en el norte de Yukón, Canadá, está cubierto con una capa de hielo de 1.75 m de espesor. Calcule la presión absoluta y la presión manométrica a una profundidad de 2.50 m en el lago.



Un tubo de manómetro se llena parcialmente con agua. Después se vierte aceite (que no se mezcla con el agua y tiene menor densidad que el agua) en el brazo izquierdo del tubo hasta que la interfaz aceite-agua está en el punto medio del tubo. Ambos brazos del tubo están abiertos al aire. Determine la relación entre las alturas de aceite y agua.



10

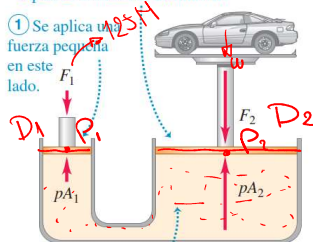
14.24 Para el elevador hidráulico que se ilustra en la figura 14.8, ¿cuál debe ser la razón entre el diámetro del recipiente bajo el auto y el diámetro del recipiente donde se aplica la fuerza F_1 , de manera que el auto de 1520 kg pueda ser levantado con una fuerza F_1 de sólo 125 N?

razón = fracción
division

14.8 El elevador hidráulico es una aplicación de la ley de Pascal. El tamaño del recipiente lleno de fluido se ha exagerado por claridad.

③ Al actuar sobre un pistón con una mayor área, la presión produce una fuerza capaz de sostener el automóvil.

① Se aplica una fuerza pequeña en este lado.



② La presión p tiene el mismo valor en todos los puntos a la misma altura en el fluido (ley de Pascal).

$$P_1 = P_2$$

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

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

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

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

$$\frac{125}{A_1} = \frac{1520(10)}{A_2}$$

$$\frac{125}{\pi \frac{D_1^2}{4}} = \frac{15200}{\pi \frac{D_2^2}{4}}$$

$$\frac{D_2^2}{D_1^2} = \frac{15200}{125}$$

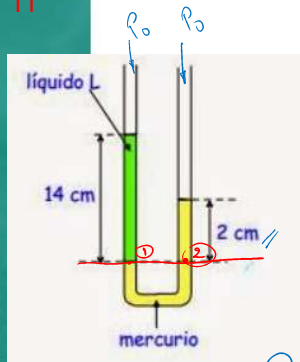
$$\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 = 121.6$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \sqrt{121.6}$$

$$\frac{D_2}{D_1} = 11$$

$$D_2 = 11 D_1$$

11



En el tubo en U de la figura, se ha llenado la rama de la derecha con mercurio y la de la izquierda con un líquido de densidad desconocida. Los niveles definitivos son los indicados en el esquema.
Hallar la densidad del líquido desconocido. Sol: 1.94 g/cm^3

$$P_1 = P_2 \quad \text{Ley de Pascal}$$

$$P_0 + P_L = P_0 + P_{Hg}$$

$$\cancel{P_0} + \cancel{P_L} \cdot g \cdot h_L = \cancel{P_0} + \cancel{P_{Hg}} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$P_{Hg} = 13.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

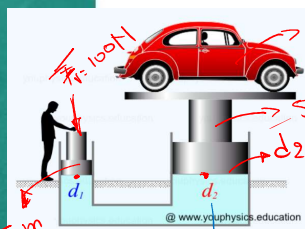
$$\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$13.6 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1000 \text{ gr}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100 \text{ cm})^3}$$

12

Ejercicio:

1. Se desea diseñar una prensa hidráulica para un taller de automóviles como la que se muestra en la figura. Debe servir para levantar coches de hasta 3500 kg de masa, además de la masa de 500 kg de la plataforma donde se sitúan. El cilindro más estrecho de la prensa tiene un diámetro $d_1 = 25 \text{ cm}$. Si la fuerza máxima que puede aplicar el operario sobre dicho cilindro es $F_1 = 100 \text{ N}$, determinar el diámetro del cilindro más ancho ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Sol 500cm o 5 m. //



$$P = F/A \quad A = \pi r^2$$

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

$$\frac{F_1}{\pi r_1^2} = \frac{m_T \cdot g}{\pi r_2^2}$$

$$m_T = m_{\text{veh.}} + m_{\text{disp}}$$

$$m_T = 3500 + 500$$

$$m_T = 4000 \text{ kg}$$

13

2. Un cubo de aluminio de 5 cm de arista está apoyado en el suelo sobre una de sus caras. Calcula la presión en Pascales que ejerce sobre el suelo sabiendo que la densidad del aluminio es 2700 kg/m³. Sol. 1323 Pa.



5 cm = 0,05 m

$$V = l^3$$

$$V = 0,05^3$$

$$V =$$

$$A = l^2$$

$$A = 0,025 \text{ m}^2$$

$$\rho_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$P = ?$$

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

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

$$P = \frac{m \cdot g}{A}$$

$$P = \underline{\hspace{1cm}}$$

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

$$m = \rho \cdot V =$$

$$m = 2700 ($$

$$m =$$

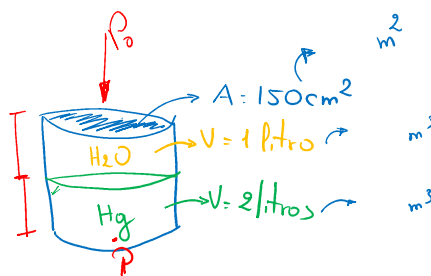
14

3. Un recipiente con forma cilíndrica y 150 cm² de superficie contiene 1 litro de agua y 2 litros de mercurio.

¿Cuál es la presión en el fondo del recipiente? (d_{agua} = 1000 kg/m³; d_{mercurio} = 13600 kg/m³). Sol. 18012.4 Pa

Sugerencia: $P = P_{\text{mercurio}} + P_{\text{agua}}$

18382,84 Pa



$$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$P = P_{Hg} + P_{H_2O}$$

$$P = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} + \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{H_2O}$$

$$V = A_{\text{base}} \cdot h$$

$$H_2O \quad Hg$$

15

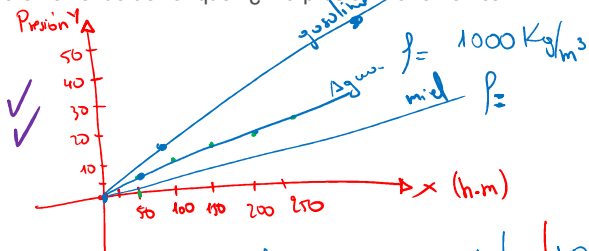
Un tanque de almacenamiento de 12.0 m de profundidad está lleno de agua. La parte superior del tanque está abierto al aire. ¿Cuál es la presión absoluta en el fondo del tanque? ¿Y la presión manométrica?

4-ACTIVIDADES

Completa la siguiente tabla:

h(m)	0	50	100	150	200	250
P(bar) agua	0	5	10	15	20	25
P(bar) aceite						
P(bar) gasolina						
P(bar) miel						

Representa en una gráfica la presión frente a la profundidad (4 rectas). De la pendiente de cada una de las rectas determina la densidad de cada líquido en unidades del S.I.



$\rho = \frac{P}{g \cdot h}$
 $\rho = \frac{1000000}{(9.8)(100)}$

$\rho = 10204 \text{ Kg/m}^3 \approx \text{H}_2\text{O}$
 $\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$

$P = \rho \cdot g \cdot h$
 $10 \text{ bar} \times \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{1.013 \text{ bar}} =$

$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ bar}$

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

$10 \times (1.013 \times 10^5) = (?) \div 1.013 = 1000000 \text{ Pa}$

Flotación



<https://www.youtube.com/watch?v=ZMNp0mdEf2o>

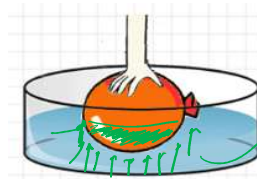
<https://www.youtube.com/watch?v=SNlkow9kpwg>

En el tercer siglo antes de Cristo, Arquímedes mientras se bañaba observó que, si se sumergía en la bañera llena, se desbordaba una cantidad de agua, así se dio cuenta que el volumen de agua derramada debía coincidir con su volumen, pues antes esa agua ocupaba el mismo espacio que su cuerpo ocupaba ahora.

Lo he encontrado.....!!!!



¿Alguna vez ha intentado empujar una pelota hacia abajo en una tina de agua?

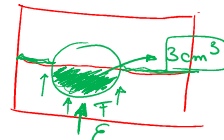


peso del líquido desplazado

El principio de Arquímedes establece:

“si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo”

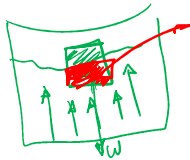
↑ E
B
T. Flotación



A esta fuerza ascendente se le conoce como **fuerza de flotación** que actúa sobre un cuerpo, esta fuerza actúa en el centroide del volumen desplazado

$$\rho_{\text{acero}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$



La fuerza de flotación se escribe como sigue:

$$F_{\text{flot.}} = B = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V$$

Donde:

B es la fuerza de flotación

ρ_{fluido} es la densidad del fluido

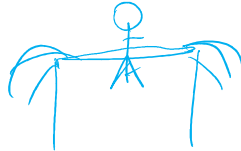
g es la gravedad

V es el volumen desplazado



$$B = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot V = E$$

$$B = E = F_f = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V$$



buoyancy



★ Hidrostática $\rightarrow$ reposo

Hidrodinámica $\rightarrow$ movimiento

Hidrostática

✓ Definiciones

$\hookrightarrow p$

$\hookrightarrow \rho$

$\hookrightarrow sg$

✓ Presión

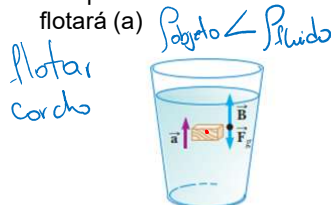
- $\left\{ \begin{array}{l} p \\ p_{\text{atm}} \\ p_{\text{man}} \\ p_{\text{abs}} \end{array} \right.$

✓ Flotación

Datos interesantes:

La dirección de movimiento de un objeto sumergido en un fluido está determinada por las densidades del objeto y el fluido, esto quiere decir que:

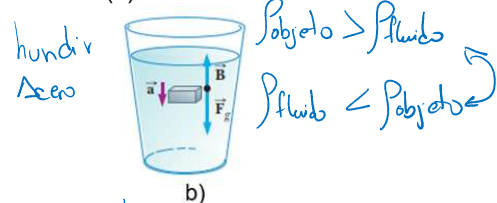
★ Si un objeto es menos denso que el fluido, la fuerza de flotación es mayor a la fuerza gravitacional (generada por el peso del cuerpo) empujará al cuerpo hacia arriba es decir flotará (a)



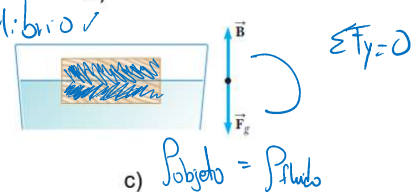
$$\sum F_y = 0 \quad a)$$

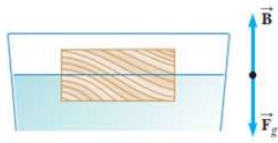
Si la densidad del cuerpo y del fluido son iguales, la fuerza neta sobre el objeto es cero, haciendo que el objeto permanezca en equilibrio (c).

★ Si el cuerpo es más denso que el fluido, la fuerza de flotación será menor que la fuerza gravitacional F_g , en consecuencia el cuerpo se hundirá (b).



Equilibrio ✓





c)

- Un objeto puede estar parcialmente sumergido (c) -- densidad es menor que la del fluido:

$$B = F_g$$

El volumen del fluido desplazado es el mismo que el volumen del cuerpo bajo la superficie, por consiguiente:

$$B = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V_{\text{fluido}}$$

El peso del objeto es F_g y la masa es $m = \rho \cdot V$, entonces:

$$F_g = mg = \rho_{\text{objeto}} \cdot g \cdot V_{\text{objeto}}$$

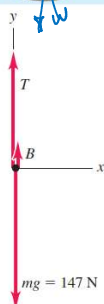
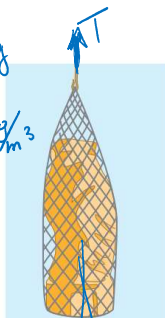
Igualando las ecuaciones tendremos:

$$\rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V_{\text{fluido}} = \rho_{\text{objeto}} \cdot g \cdot V_{\text{objeto}}$$

$$(1) \frac{V_{\text{fluido}}}{V_{\text{objeto}}} = \frac{\rho_{\text{objeto}}}{\rho_{\text{fluido}}}$$

Esta ecuación quiere decir que la
"fracción del volumen de un objeto en flotación que está debajo de la superficie del fluido, es igual a la relación de la densidad del objeto a la del fluido"

$\rho_{Au} = 19.32 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
 $m = 15 \text{ kg}$
 $\rho_{\text{mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$
 $T = ?$



Una estatua de oro sólido de 15.0 kg de peso está siendo levantada de un barco hundido (figura 14.14a). ¿Qué tensión hay en el cable cuando la estatua está a) en reposo y totalmente sumergida, y b) en reposo y fuera del agua?

a) Reposo / Sumergida $B = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V$

$$\sum F_y = 0$$

$$T + B - w = 0$$

$$T + \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V - mg = 0$$

$$T + 1030(9.8)(7.77 \times 10^{-4}) - 15(9.8) = 0$$

$$T = 139.16 \text{ N} //$$

$$\cancel{19.283 \text{ N}}$$

b) Reposo / Fuera del agua

$$\sum F_y = 0$$

$$T - w = 0$$

$$T = w$$

$$T = m \cdot g$$

$$T = (15)(9.8)$$

$$T = 147 \text{ N}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \checkmark \quad V_{\text{obj}} = V_{\text{sumerg}}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{15}{19.3 \times 10^3}$$

$$V = 7.77 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

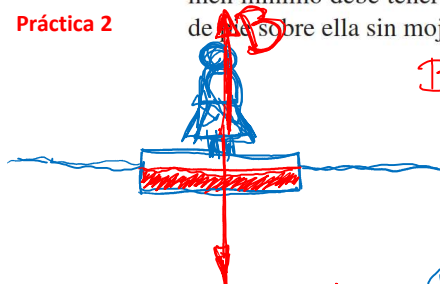
<https://www.youtube.com/watch?v=vCJxDxS WFpo>

- EUREKA:
- <https://www.youtube.com/watch?v=MzNRVfwlf9k>

$m = 45 \text{ kg}$ 1

Práctica 2

14.26. Una plancha de hielo flota en un lago de agua dulce. ¿Qué volumen mínimo debe tener para que una mujer de 45.0 kg pueda ponerse de pie sobre ella sin mojarse los pies?



$$B = \rho_w g V_{ice}$$

$$B = W_T$$

$$W_T = W_m + W_{ice}$$

$$\rho_w g V_{ice} = (45 + m_{ice})g$$

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

$$(2) m_{ice} = \rho_{ice} V_{ice}$$

$$\rho_w V_{ice} = 45 + \rho_{ice} V_{ice}$$

$$\rho_w V_{ice} - \rho_{ice} V_{ice} = 45$$

$$V_{ice} (\rho_w - \rho_{ice}) = 45$$

$$V_{ice} = 0.563 \text{ m}^3$$

$$m_m = 45 \text{ kg}$$

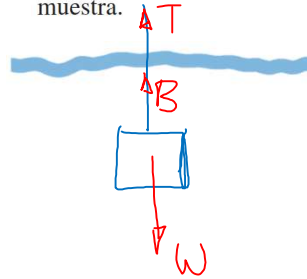
$$\rho_{ice} = 0.92 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_w = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{ice} = ?$$

2

14.27. Una muestra de mineral pesa 17.50 N en el aire, pero, si se cuelga de un hilo ligero y se sumerge por completo en agua, la tensión en el hilo es de 11.20 N. Calcule el volumen total y la densidad de la muestra.



$$\sum F_y = 0$$

$$T + B - W = 0$$

$$11.20 + 1000(9.8)V - 17.5 = 0$$

$$11.20 + 9800V - 17.5 = 0$$

$$V = \frac{17.50 - 11.20}{9800}$$

$$B = \rho_f g V$$

$$B = 1000(9.8)V$$

$$V = 6.43 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W = mg$$

$$17.5 = m(9.8)$$

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

$$m = 1.79 \text{ kg}$$

$$P = \frac{1.79}{6.43 \times 10^{-4}} = 2.77 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

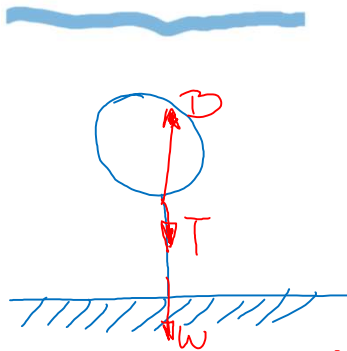
$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 0.650 \text{ m}^3$$

$$T = 900 \text{ N}$$

$$B = ?$$

14.30. Una esfera hueca de plástico se mantiene por debajo de la superficie de un lago de agua dulce mediante una cuerda anclada al fondo del lago. La esfera tiene un volumen de 0.650 m^3 y la tensión en la cuerda es de 900 N. a) Calcule la fuerza de flotación que ejerce el agua sobre la esfera. b) ¿Cuál es la masa de la esfera? c) La cuerda se rompe y la esfera se eleva a la superficie. Cuando la esfera llega al reposo, ¿qué fracción de su volumen estará sumergida?



$$a) B = ?$$

$$B = \rho_f g V$$

$$B = 1000(9.8)(0.650)$$

$$B = 6370 \text{ N}$$

$$b) m = ?$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B - T - W = 0$$

$$6370 - 900 - mg = 0$$

$$m = 558.16 \text{ kg}$$

$$c) \% = ?$$

$$B = W$$

$$\rho_f g V = mg$$

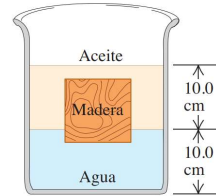
$$1000 V = 558.16$$

$$V = 0.558 \text{ m}^3$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{0.558}{0.650} = 85.8\%$$

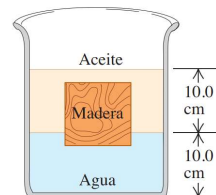
4

14.31. Un bloque cúbico de madera de 10.0 cm por lado flota en la interfaz entre aceite y agua con su superficie inferior 1.50 cm bajo la interfaz (figura 14.35). La densidad del aceite es de 790 kg/m^3 . a) ¿Qué presión manométrica hay en la superficie superior del bloque? b) ¿Y en la cara inferior? c) ¿Qué masa y densidad tiene el bloque?



4

14.31. Un bloque cúbico de madera de 10.0 cm por lado flota en la interfaz entre aceite y agua con su superficie inferior 1.50 cm bajo la interfaz (figura 14.35). La densidad del aceite es de 790 kg/m^3 . a) ¿Qué presión manométrica hay en la superficie superior del bloque? b) ¿Y en la cara inferior? c) ¿Qué masa y densidad tiene el bloque?



c) $m = ?$
 $\rho = ?$

$P = \frac{F}{\Delta} \rightarrow F = P \Delta$

$\sum F_y = 0$

$F_f - F_t - w = 0$

$P_f \Delta - P_t \Delta - mg = 0$

$\Delta(P_f - P_t) = m$

$m = \frac{(0.1 \times 0.1) (0.212 - 0.1613)}{0.8}$

$m = 0.006475 \text{ kg}$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.006475}{0.001} = 6.475 \text{ kg/m}^3$

5

14.32. Un lingote de aluminio sólido pesa 89 N en el aire.

a) ¿Qué volumen tiene?

b) El lingote se cuelga de una cuerda y se sumerge por completo en agua.

¿Qué tensión hay en la cuerda (el peso aparente del lingote en agua)?

$$\rightarrow \rho_{\text{Al}} = 2,7 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$w = 89 \text{ N}$$

$$\text{o) } V = ?$$

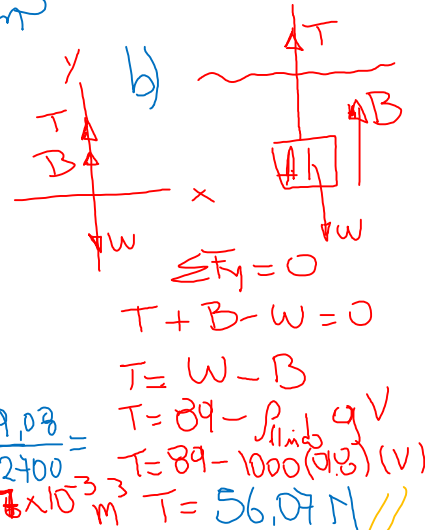
$$\rightarrow w = m g$$

$$m = 89 / 9,8$$

$$\rightarrow m = 9,08 \text{ Kg}$$

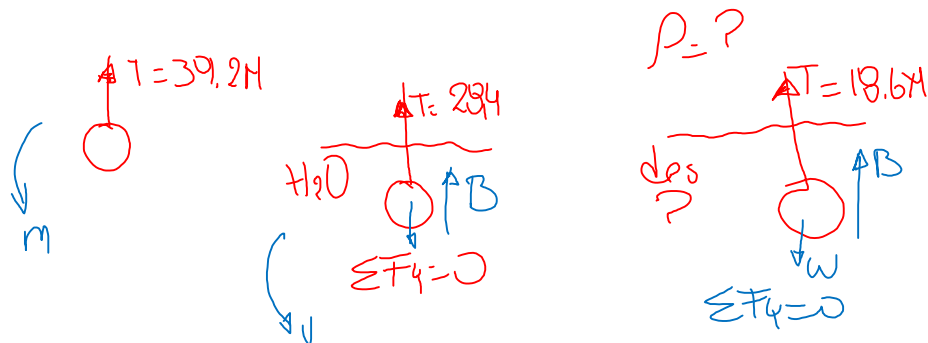
$$\rightarrow \rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{9,08}{2700} =$$

$$V = 3,37 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$



6

- 14.33. Una roca cuelga de un hilo ligero. Cuando está en el aire, la tensión en el hilo es de 39.2 N. Cuando está totalmente sumergida en agua, la tensión es de 28.4 N. Cuando está totalmente sumergida en un líquido desconocido, la tensión es de 18.6 N. Determine la densidad del líquido desconocido. Sol. 1907,41



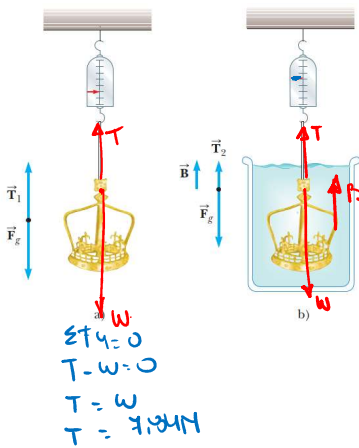
7

$$19,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Según la tradición a Arquímedes se le pidió determinar si una corona hecha para el rey consistiera de oro puro. De acuerdo con la leyenda, él resolvió este problema al pesar la corona primero en aire y luego en agua, como se muestra en la figura 14.11. Suponga que lectura en la balanza es T

* 7.84 N cuando la corona estaba en aire y 6.84 N cuando estaba en agua. ¿Qué dijo Arquímedes al rey? Sol. $7843,14 \text{ kg/m}^3$

$$W = F = \text{Newtons}$$



$$W_{\text{real}} = 7,84 \text{ N}$$

$$W_{\text{app}} = 6,84 \text{ N}$$

$$\left. \begin{array}{l} V = 1,02 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \\ m = 0,8 \text{ kg} \\ \rho = ? \end{array} \right\} \text{Corona}$$

$$\begin{aligned} W &= 7,84 \text{ N} \\ W &= m \cdot g \\ 7,84 &= m(9,8) \\ m &= 0,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,8}{1,02 \times 10^{-4}} = 7843,14 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Corona

Au

$$\rho_{\text{Au}} = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ T + B - W &= 0 \\ 6,84 + B - 7,84 &= 0 \\ B &= 1 \text{ N} \end{aligned}$$

$$B = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V_{\text{(desplazado)}} \text{ sumergido}$$

$$1 = 1000 \cdot (9,8) V$$

$$V = 1,02 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \rightarrow \text{H}_2\text{O desplazado y de la Corona}$$

Suponga que la corona tiene el mismo peso, está hecha de oro puro y no está hueca. ¿Cuál sería la lectura de la balanza cuando la corona estuviera sumergida en agua? Sol. $T=7,43 \text{ N}$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,8}{19,3 \times 10^3} = 4,145 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$B = \rho(\text{fluido}) \cdot g \cdot V$$

$$B = 1000 \cdot (9,8) \cdot (4,145 \times 10^{-5})$$

$$B = 0,406 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T + B - w = 0$$

$$T = w - B$$

$$T = 0,8(9,8) - 0,406$$

$$T = 7,84 - 0,406$$

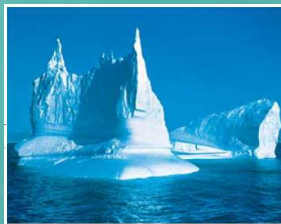
$$T = 7,43 \text{ N}$$

8

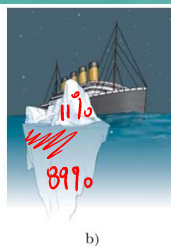
Un iceberg que flota en agua de mar, como se muestra en la figura 14.12a, es extremadamente peligroso porque la mayor parte del hielo está bajo la superficie.

Este hielo oculto puede dañar una embarcación que aún está a una distancia considerable del hielo visible.

¿Qué fracción del iceberg se encuentra bajo el nivel del agua? . 89%



a)



b)

$$\frac{V_{\text{hielo}}}{V_{\text{obj}}} = \frac{\rho_{\text{obj}}}{\rho_{\text{fluido}}} \quad \text{Fracción}$$

$$\frac{\rho_{\text{obj}}}{\rho_{\text{fluido}}} = \frac{\rho_{\text{ice}}}{\rho_{\text{mar}}} = \frac{917 \text{ kg/m}^3}{1030 \text{ kg/m}^3} = 0,89 \times 100 \quad \downarrow$$

89%

Fracción del Volumen del objeto (iceberg) que está debajo de la Superficie del fluido

$$\rho_{\text{ice}} = 917 \text{ kg/m}^3$$

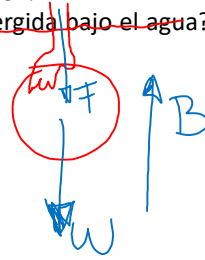
$$\rho_{\text{mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$$

9

Una pelota de ping pong tiene un diámetro de 3.80 cm y una densidad promedio de 0.084 g/cm³. ¿Qué fuerza se requiere para mantenerla completamente sumergida bajo el agua? Sol. F = 0.258 N

$$84 \text{ kg/m}^3 = \rho = 0.084 \text{ gr/cm}^3$$

$$0.0380 = \phi = 3.80 \text{ cm}$$



$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{0.0380}{2}\right)^3$$

$$V = 2.873 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

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

$$m = \rho V = 84 \cdot (2.873 \times 10^{-5})$$

$$m = 2.413 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B - F - W = 0$$

$$1000(9.8) - F - (2.413 \times 10^{-3})(9.8) = 0$$

$$(1000)(9.8)(2.87 \times 10^{-5}) - F - (2.413 \times 10^{-3})(9.8) = 0$$

10

Un cubo de madera que tiene una dimensión de arista de 20.0 cm y una densidad de 650 kg/m³ flota en el agua.

- a) ¿Cuál es la distancia desde la superficie horizontal más alta del cubo al nivel del agua? Sol. 7 cm.
- b) ¿Qué masa de plomo se debe colocar sobre el cubo de modo que la parte superior del cubo esté justo a nivel con el agua? Sol. 2.8 Kg

$l = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$
 $\rho_{\text{madera}} = 650 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\rho = \frac{m}{V}$
 $m = \rho \cdot V$
 $m = 650(0.2^3)$
 $m = 5.2 \text{ kg}$

Volume sum (Cubo)
 $20 \text{ cm} \times 0.65 = 13 \text{ cm}$

a) $20 - 13 = 7 \text{ cm}$ por encima del nivel del agua

b)

$\sum F_y = 0$
 $B - (W_{\text{Pb}} + W_m) = 0$
 $\rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot V_m - m_{\text{Pb}} \cdot g - m_m \cdot g = 0$
 $1000(9.8)(0.2^3) - m_{\text{Pb}}(9.8) - 5.2(9.8) = 0$

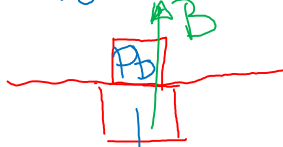
$m_{\text{Pb}} = 8 - 5.2$
 $m_{\text{Pb}} = 2.8 \text{ kg}$

10

Un cubo de madera que tiene una dimensión de arista de 20.0 cm y una densidad de 650 kg/m³ flota en el agua.

- a) ¿Cuál es la distancia desde la superficie horizontal más alta del cubo al nivel del agua? Sol. 7 cm.
 b) ¿Qué masa de plomo se debe colocar sobre el cubo de modo que la parte superior del cubo esté justo a nivel con el agua? Sol. 2,8 Kg

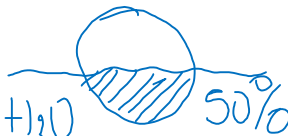
b) $m_{Pb} = ?$



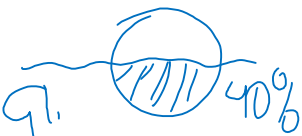
$B = W$
 $\rho_{\text{agua}} V = W_m + W_{Pb}$
 $\rho = \frac{m}{V} \quad m = \rho V$
 $m = 650 (0.2)^3 = 52 \text{ kg}$
 $1000 (0.2)^3 = m_m + m_{Pb}$
 $m_{Pb} = 8 - 5.2 = 2.8 \text{ kg}$

11

Una esfera plástica flota en agua con 50.0% de su volumen sumergido. Esta misma esfera flota en glicerina con 40.0% de su volumen sumergido. Determine las densidades de la glicerina y la esfera. Sol. 500 kg/m³; 1250 kg/m³



H_2O 50%



G 40%

$\rho = ?$
 $\rho_{\text{est}} = ?$

$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_{\text{hund}}}{V_{\text{obj}}} = \frac{\rho_{\text{obj}}}{\rho_{\text{fluido}}} = 0.5 \end{array} \right.$

$\frac{\rho_{\text{est}}}{1000} = 0.5$
 $\rho_{\text{est}} = 500 \text{ kg/m}^3$

$\frac{\rho_{\text{est}}}{\rho_{\text{gl}}}} = 0.4$

$\frac{\rho(\text{esfera})}{\rho(\text{glicerina})} = 0.4 \quad \frac{500}{\rho(\text{glicerina})} = 0.4$
 $\rho(\text{glicerina}) = 1250 \text{ kg/m}^3$

