



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR

UNIDAD N°2

Mecánica de los Fluidos

TECNICATURA SUPERIOR EN PETRÓLEO. 2021



INDICE

1

OBJETIVOS.....	2
ESQUEMA DE CONTENIDOS	3
CONTENIDOS.....	4
UNIDAD II	4
HIDROSTÁTICA.....	4
1. DENSIDAD.....	4
2. PESO ESPECÍFICO	5
3. PRESIÓN.....	5
4. PRINCIPIO DE PASCAL.....	6
5. PRESIÓN ABSOLUTA, PRESIÓN MANOMÉTRICA Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA	7
6. MEDIDORES DE PRESIÓN.....	8
7. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES.....	10
8. TENSIÓN SUPERFICIAL.....	12
9. LA SUPERFICIE DE LOS LÍQUIDOS	13
10. COHESIÓN Y ADHESIÓN.....	13
11. CAPILARIDAD	13
AUTOEVALUACION	15
BIBLIOGRAFIA	18



OBJETIVOS

2

Comprender el comportamiento de los fluidos cuando se encuentran en reposo.

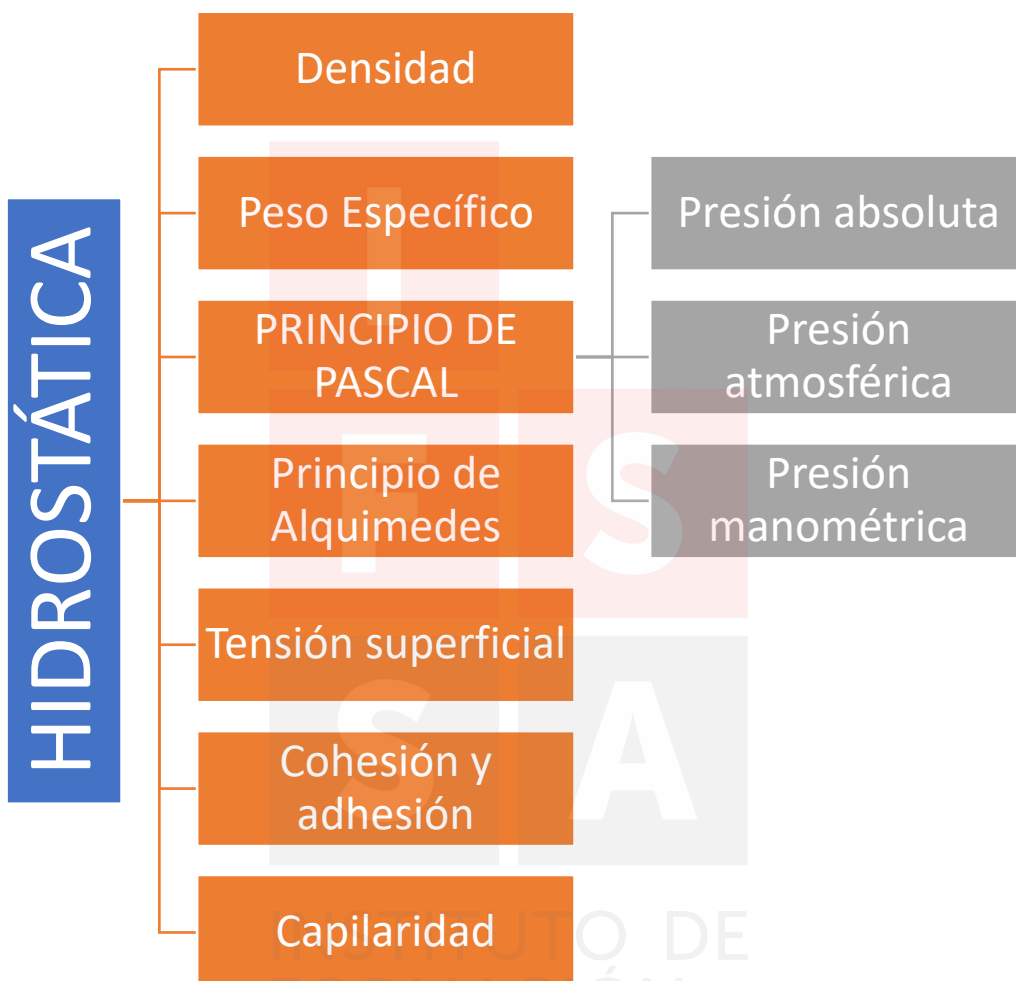
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los diferentes parametros que definen a un fluido, con el fin de determinar como influyen en su comportamiento.
- Comprer el concepto de presión mediante el Principio de Pascal y aplicarlo en casos reales.
- Definir las propiedades de los fluidos y entender como lo afecta su comportamiento.

INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR



ESQUEMA DE CONTENIDOS





CONTENIDOS

UNIDAD II

HIDROSTÁTICA

1. DENSIDAD

Una propiedad importante de cualquier material es su densidad, que se define como su masa por unidad de volumen. Un material homogéneo, como el hielo o el hierro, tiene la misma densidad en todas sus partes. Si una masa m de material homogéneo tiene un volumen V , la densidad ρ es:

$$\rho = \frac{m}{V} = \left[\frac{Kg}{m^3} \right] \text{ (Ec. 21)}$$

$$1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

Material	Densidad (g/cm ³)
Aire	0,00130
Hielo	0,920
Agua	1,00
Agua de mar	1,04
Aluminio	2,70
Hierro	7,90
Cobre	8,90
Mercurio	13,6
Oro	19,3

Figura 9: Tabla de Densidades.

La **Densidad Relativa** de un cuerpo es un número adimensional que viene dado por la relación de la densidad de un cuerpo y la densidad de un volumen igual de una sustancia que se toma como referencia. Los sólidos y líquidos se refieren al agua a 4°C, mientras que los gases se refieren al aire libre de CO₂ e Hidrogeno a 0°C y Atm de presión, como condiciones normales.

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_{\text{preferencia}}} \text{ (Ec. 22)}$$

Por ejemplo la densidad relativa del aceite es 0,75, la del agua es 1 y la del Mercurio es 13,57.

2. PESO ESPECÍFICO

El peso específico de un material homogéneo es la división entre el peso que tiene dicho material y el volumen que está ocupando, esto es:

$$\gamma = \frac{w}{V} = \frac{m \cdot g}{\frac{m}{\rho}} = g \cdot \rho = \left[\frac{N}{m^3} \right] \quad (Ec. 23)$$

3. PRESIÓN

Cuando un fluido (ya sea líquido o gas) está en reposo, ejerce una fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto con él, como la pared de un recipiente o un cuerpo sumergido en el fluido.

Si imaginamos una superficie dentro del fluido, el fluido a cada lado de ella ejerce fuerzas iguales y opuestas sobre la superficie (si no, la superficie se aceleraría y el fluido no permanecería en reposo). Considere una superficie pequeña de área dA centrada en un punto en el fluido; la fuerza normal que el fluido ejerce sobre cada lado es dF_{\perp} , entonces definimos la presión p en ese punto como la fuerza normal por unidad de área, es decir:

$$p = \frac{dF_{\perp}}{dA} \quad (Ec. 24)$$

Si la presión es la misma en todos los puntos de una superficie plana finita de área A , entonces:

$$p = \frac{F_{\perp}}{A} = [Pa] \quad (Ec. 25)$$

$$1 \text{ pascal} = 1 Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$

$$1 atm = 1,013 \cdot 10^5 Pa = 1,013 bar = 1013 \text{ milibares} = 14.7 \frac{lb}{pulg^2}$$

Donde F_{\perp} es la fuerza normal neta en un lado de la superficie.

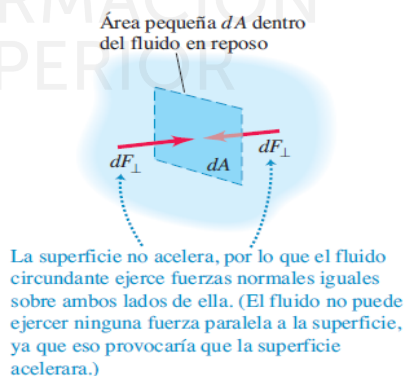


Figura 10: Representación del dA del fluido y las dF_{\perp} aplicadas en ella.

4. PRINCIPIO DE PASCAL

6

A partir de la Figura 11 veremos cómo varía la presión en función de la profundidad en un fluido con densidad uniforme.

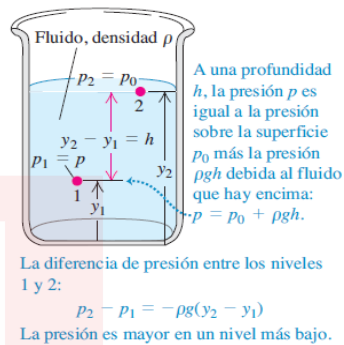


Figura 11: Presiones de un fluido contenido en un recipiente.

Si p_1 y p_2 son las presiones en las alturas y_1 y y_2 respectivamente, y si p y g son constantes, entonces:

$$p_2 - p_1 = -\rho \cdot g (y_2 - y_1) \text{ (Ec. 26)}$$

Si ahora tomamos el punto 1 en cualquier nivel en el fluido y sea p la presión en ese punto. Tomemos el punto 2 en la superficie del fluido, donde la presión es p_0 (el subíndice indica profundidad cero). La profundidad del punto 1 bajo la superficie es $h = y_2 - y_1$, y la Ec. 26 se convierte en:

$$p_0 - p = -\rho \cdot g (y_2 - y_1) = -\rho g h \text{ (Ec. 27)}$$

o bien,

$$p = p_0 + \rho g h \text{ (Ec. 28)}$$

Observe que la presión es la misma en dos puntos cualesquiera situados en el mismo nivel en el fluido. En la Ec. 28, se nota que la presión p a una profundidad h es mayor que la presión p_0 en la superficie, en una cantidad ρgh y a su vez nos dice que si aumentamos la presión p_0 en la superficie, tal vez usando un pistón que embona herméticamente en el recipiente para empujar contra la superficie del fluido, la presión p a cualquier profundidad aumenta exactamente en la misma cantidad. El científico Blaise Pascal reconoció este hecho y lo enunció en el Principio de Pascal.

“El principio de pascal establece lo siguiente: la presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a todas las partes del fluido y las paredes del recipiente”.

El elevador hidráulico que se representa en la Figura 12, ilustra la ley de Pascal.

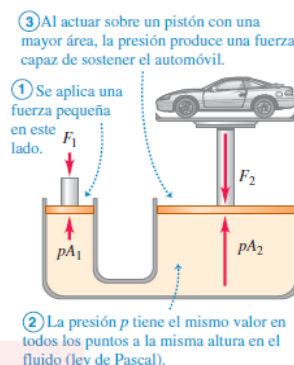


Figura 12: Elevador hidráulico.

Un pistón con área transversal pequeña A_1 ejerce una fuerza F_1 sobre la superficie de un líquido (aceite). La presión aplicada $p = F_1/A_1$ se transmite a través del tubo conector a un pistón mayor de área A_2 . La presión aplicada es la misma en ambos cilindros, así que:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (\text{Ec. 29})$$

y,

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot F_1 \quad (\text{Ec. 30})$$

En el caso de los gases, el supuesto de que la densidad es uniforme sólo es realista en distancias verticales cortas. Los líquidos, en cambio, son casi incompresibles, y suele ser una buena aproximación considerar su densidad como independiente de la presión. Una presión de varios cientos de atmósferas sólo causa un pequeño incremento porcentual en la densidad de la mayoría de los líquidos.

Ejemplo:

Los émbolos de una prensa hidráulica tienen 25 cm^2 y 150 cm^2 . Si se aplica una fuerza de 100 N en el émbolo pequeño, ¿Cuál será la fuerza que se ejercerá sobre el mayor?

Resolución:

Como la presión se ejerce por todo el fluido íntegramente, entonces la presión del émbolo grande (P_1) será la misma que la del émbolo pequeño (P_2), esto es:

$$P_1 = P_2$$

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

$$\frac{100 \text{ N}}{250000 \text{ N}} = \frac{F_2}{1500000 \text{ N}}$$

$$\boxed{F_2 = 600 \text{ N}}$$

5. PRESIÓN ABSOLUTA, PRESIÓN MANOMÉTRICA Y PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Presión absoluta	Presión manométrica	Presión atmosférica
Cuando la presión se mide en relación a un vacío perfecto o cero absoluto se llama presión absoluta.	Cuando la presión se mide con respecto a la presión atmosférica se llama presión manométrica.	Es la presión que ejerce el aire sobre la tierra.
Es la suma de la presión manométrica y la atmosférica.	Es la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Se aplica tan solo en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica, pues cuando esta cantidad es negativa se llama presión de vacío.	A nivel del mar la presión atmosférica es $101325 \text{ Pa} = 1 \text{ atm}$.
	La presión manométrica se mide con un manómetro.	La presión atmosférica se mide con un barómetro

Figura 13: Tabla de diferencia entre Presión absoluta, manométrica y atmosférica.

Ejemplo

Un tanque de almacenamiento de 12 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?

Resolución

La presión absoluta está dada por:

$$p = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h = 101325 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12\text{m} = 219045 \text{ Pa}$$

La presión manométrica es:

$$p - p_{atm} = 219045 \text{ Pa} - 101325 \text{ Pa} = 117720 \text{ Pa}$$

6. MEDIDORES DE PRESIÓN

El medidor de presión más sencillo es el **manómetro de tubo abierto**.

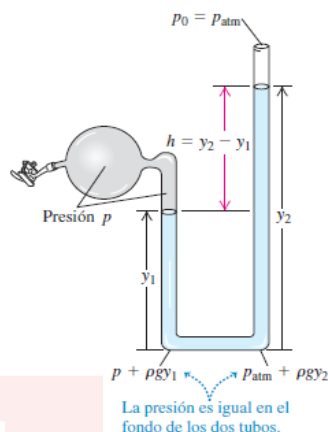


Figura 14: Manómetro de tubo abierto.

El tubo en forma de U contiene un líquido de densidad ρ , con frecuencia mercurio o agua. El extremo izquierdo del tubo se conecta al recipiente donde se medirá la presión p , y el extremo derecho está abierto a la atmósfera, con $p_0 = p_{atm}$. La presión en el fondo del tubo debida al fluido de la columna izquierda es $p + \rho g y_1$, y la debida al fluido de la columna derecha es $p_{atm} + \rho g y_2$. Estas presiones se miden en el mismo punto, así que deben ser iguales:

$$p + \rho g y_1 = p_{atm} + \rho g y_2 \text{ (Ec. 31)}$$

$$p - p_{atm} = \rho g (y_2 - y_1) = \rho g h \text{ (Ec. 32)}$$

p es la presión absoluta, y la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica es la presión manométrica. Así, la presión manométrica es proporcional a la diferencia de altura $h = y_2 - y_1$ de las columnas de líquido.

Otro medidor de presión común es el **barómetro de mercurio**.

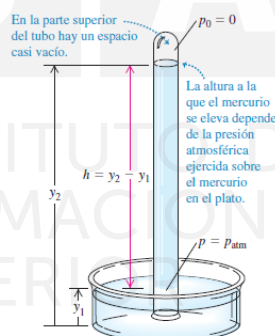


Figura 15: Barómetro de Mercurio.

Consiste en un largo tubo de vidrio, cerrado por un extremo, que se llena con mercurio y luego se invierte sobre un plato con mercurio. El espacio arriba de la columna sólo contiene vapor de mercurio, cuya presión es insignificante, así que la presión p_0 arriba de la columna es prácticamente cero. Entonces,

$$p_{atm} = p = 0 + \rho g (y_2 - y_1) = \rho g h \text{ (Ec. 33)}$$

Así, el barómetro de Mercurio indica la presión atmosférica directamente por la altura de la columna de Mercurio.

Las presiones a menudo se describen en términos de la altura de la columna de Mercurio correspondiente, como “pulgadas de mercurio” o “milímetros de mercurio” (que se abrevia mm Hg). Una presión de 1 mm Hg es 1 torr, en honor a Evangelista Torricelli, inventor del barómetro de Mercurio. Sin embargo, estas unidades dependen de la densidad del Mercurio, que varía con la temperatura, y del valor de g , que varía con el lugar, y por ello se prefiere el Pascal como unidad de presión.

Ejemplo

La densidad del fluido 1 es $999,55 \text{ kg/m}^3$ y la densidad del fluido 2 es $2191,32 \text{ kg/m}^3$, determinar la presión del gas en el tanque mostrado en la Figura 16.

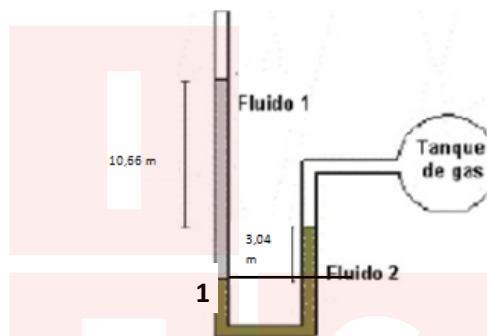


Figura 16

Resolución:

La presión en el fondo del tubo debida al fluido de la columna izquierda es:

$$\rho_{\text{fluido 1}} \cdot g \cdot 10,66 \text{ m} + p_{\text{atm}}$$

Y la debida al fluido de la columna derecha es:

$$\rho_{\text{fluido 2}} \cdot g \cdot 3,04 \text{ m} + p$$

Estas presiones se miden en el mismo punto, así que deben ser iguales:

$$\rho_{\text{fluido 1}} \cdot g \cdot (10,66 \text{ m} + 3,04 \text{ m}) + p_{\text{atm}} = \rho_{\text{fluido 2}} \cdot g \cdot 3,04 \text{ m} + p$$

Despejando p se tiene:

$$p = -\rho_{\text{fluido 2}} \cdot g \cdot 3,04 \text{ m} + \rho_{\text{fluido 1}} \cdot g \cdot 13,7 \text{ m} + p_{\text{atm}}$$

$$p = -2191,32 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,04 \text{ m} + 999,55 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 13,7 \text{ m} + 101325 \text{ Pa}$$

$$\boxed{p = 170240,77 \text{ Pa} = 170,24 \text{ KPa}}$$

7. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

La flotación es un fenómeno muy conocido: un cuerpo sumergido en agua parece pesar menos que en el aire. Si el cuerpo es menos denso que el fluido, entonces flota. El cuerpo humano normalmente flota en el agua, y un globo lleno de Helio flota en el aire.

El principio de Arquímedes establece lo siguiente: **“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”**.

Para demostrar este principio, consideremos una porción arbitraria de fluido en reposo. En la Figura 17 el contorno irregular es la superficie que delimita esta porción de fluido. Las flechas representan las fuerzas que el fluido circundante ejerce sobre la superficie de frontera. Todo el fluido está en equilibrio, así que la suma de todas las componentes y de fuerza sobre esta porción de fluido es cero. Por lo tanto, la suma de todas las componentes y de las fuerzas de superficie debe ser una fuerza hacia arriba de igual magnitud que el peso mg del fluido dentro de la superficie.

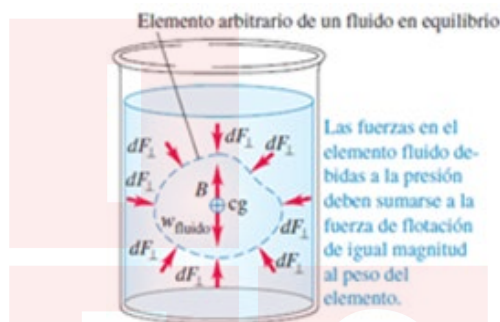


Figura 17: Porción arbitraria de un fluido en un recipiente.

Ahora retiramos el fluido que está dentro de la superficie y lo sustituimos por un cuerpo sólido cuya forma es idéntica.

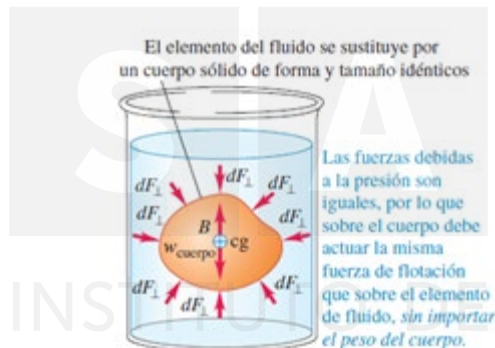


Figura 18: Cuerpo sumergido en un recipiente lleno de fluido.

La presión en cada punto es exactamente la misma que antes, de manera que la fuerza total hacia arriba ejercida por el fluido sobre el cuerpo también es la misma, igual en magnitud al peso mg del fluido que se desplazó para colocar el cuerpo. Llamamos a esta fuerza ascendente la fuerza de flotación que actúa sobre el cuerpo sólido o fuerza de empuje (E).

$$E = \rho_{\text{agua}} V_{\text{sumergido}} g \quad (\text{Ec. 34})$$

Ejemplo:

Una bola de acero de 5 cm de radio se sumerge en agua, calcular el empuje que sufre.

Resolución:

El empuje está dado por:

$$E = \rho_{\text{agua}} V_{\text{sumergido}} g = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0,05 \text{ m})^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5,136 \text{ N}$$

En este tema es importante definir peso aparente por lo tanto a continuación dejamos en claro este concepto y presentamos un ejemplo.

Cuando un cuerpo está totalmente sumergido en un fluido, este experimenta un empuje que tiene sentido opuesto al peso del objeto. La fuerza resultante por lo tanto es inferior al peso que tendría el cuerpo en el aire, a este peso (en el agua) se le denomina **peso aparente**.

Ejemplo:

¿Sabrías decir cuál es el peso aparente de un cubo de 10 cm de lado y 10 kg de masa que se sumerge completamente en un fluido cuya densidad es 1000 kg/m³?

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - P_{\text{fluido}}$$

$$P_{\text{real}} = 10 \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P_{\text{fluido}} = E = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,1 \text{ m}^3) \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P_{\text{aparente}} = 10 \text{ Kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot (0,1 \text{ m}^3) \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 88,2 \text{ N}$$

8. TENSION SUPERFICIAL

Un clip puede descansar sobre una superficie de agua aunque su densidad es varias veces mayor que la del agua, esto es un ejemplo de tensión superficial en el que superficie del líquido se comporta como una membrana en tensión. La tensión superficial se debe a que las moléculas del líquido ejercen fuerzas de atracción entre sí. La fuerza neta sobre una molécula dentro del volumen del líquido es cero, pero una molécula en la superficie es atraída hacia el volumen. Por esa razón, el líquido tiende a reducir al mínimo su área superficial. La tensión superficial explica por qué las gotas de lluvia en caída libre son esféricas (no con forma de lágrima): una esfera tiene menor área superficial para un volumen dado que cualquier otra forma.

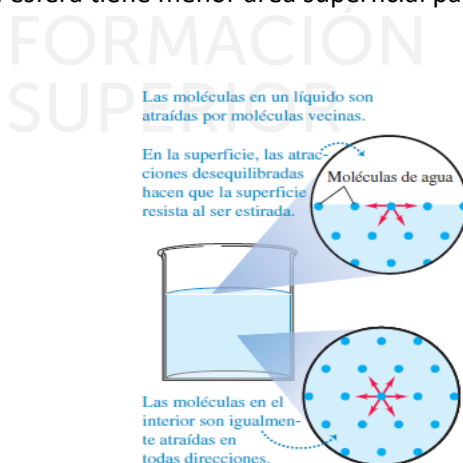


Figura 19: Interacción molecular en la superficie de un fluido y en su interior.

9. LA SUPERFICIE DE LOS LÍQUIDOS

Se llama **menisco** a la curvatura que toma la superficie libre de un líquido encerrado en un recipiente. Un líquido puede mojar o no mojar las paredes del recipiente que lo encierra y en ese sentido tenemos que si el líquido moja las paredes el menisco es cóncavo y si no lo moja, el menisco es convexo. Que un líquido moje o no las paredes del recipiente depende de si las moléculas del líquido y las del recipiente se atraen (agua y vidrio) o repelen (Mercurio y vidrio). Si las moléculas del recipiente y del líquido se atraen, el líquido mojará las paredes del recipiente (menisco cóncavo) y si las moléculas no se atraen entonces las paredes no serán mojadas (menisco convexo).



Figura 20: Izquierda: tubo de ensayo con agua. Derecha: tubo de ensayo con Mercurio.

10. COHESIÓN Y ADHESIÓN

La adhesión y la cohesión son fuerzas de atracción a corta distancia entre las moléculas de la materia. **Cohesión** es la atracción entre moléculas iguales, que tiende a mantener unidos los materiales líquidos y sólidos.

La **Adhesión** se realiza entre moléculas distintas o cuerpos diferentes. A causa de la adhesión, el agua se adhiere a una superficie de vidrio limpia. Las fuerzas de cohesión de las moléculas líquidas hacen que la superficie de un líquido tienda a contraerse y que las cantidades pequeñas de líquido formen gotas esféricas (Tensión superficial).

11. CAPILARIDAD

Es un proceso de los fluidos que depende de su tensión superficial la cual, a su vez depende de la cohesión del líquido y que le confiere la capacidad de subir o bajar por tubo capilar. El efecto se produce de forma más marcada en tubos capilares, es decir, tubos de diámetro muy pequeño.

Cuando un líquido sube por un tubo capilar es debido a que las fuerzas adhesivas son mayores que las fuerzas cohesivas y el menisco tiende a ser cóncavo como en el caso del vidrio y agua. Por otra parte cuando las fuerzas cohesivas son superiores a las adhesivas la tensión superficial hace que el líquido descienda a un nivel inferior y el menisco resulta convexo como en el caso del mercurio.

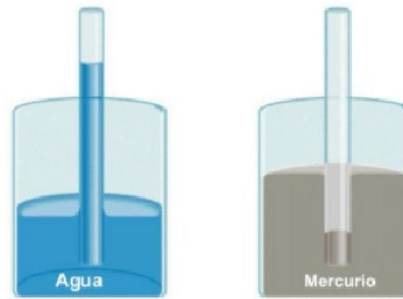
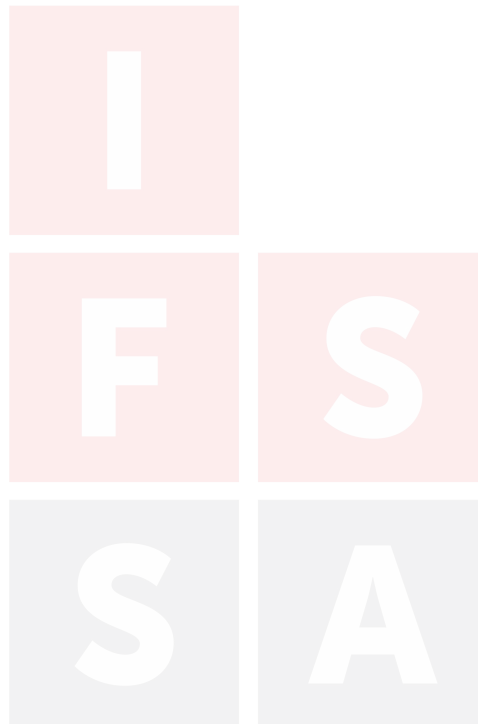


Figura 21: Efecto de capilaridad con agua y Mercurio.



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR



AUTOEVALUACION

15

1. ¿A qué profundidad del mar hay una presión manométrica de 1.10^5 Pa?
2. Un barril que contiene una capa de aceite (densidad de 600 Kg/m^3) de 0,12 m sobre 0,25 m de agua.
 - a. ¿Qué presión manométrica hay en la interfase aceite-agua?
 - b. ¿Qué presión manométrica hay en el fondo del barril?
3. Los radios de los émbolos de una prensa hidráulica son de 10 cm y 50 cm respectivamente. ¿Qué fuerza ejercerá el émbolo mayor si sobre el menor actúa una de 30 N?
4. Sobre el émbolo de 12 cm^2 de una prensa hidráulica se aplica una fuerza de 40 N, en el otro se obtiene una fuerza de 150 N, ¿qué sección tiene éste émbolo?
5. Con una prensa hidráulica, se quiere levantar un coche de masa 1250 kg. Si la superficie del embolo menor es de 15 cm^2 y la del embolo mayor de 3 m^2 . Calcula la fuerza que debe aplicarse.
6. Para el montaje mostrado en la Figura 22 calcular la lectura H del manómetro.

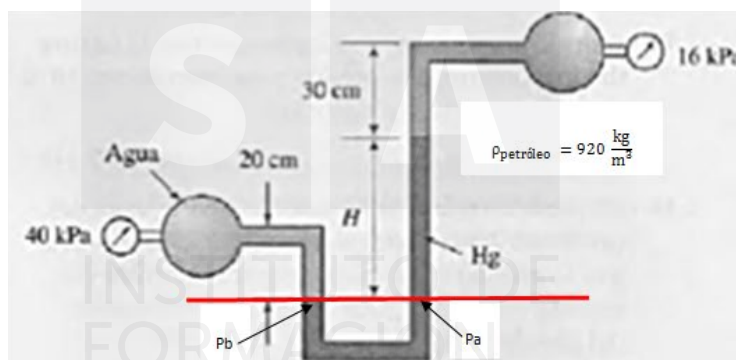
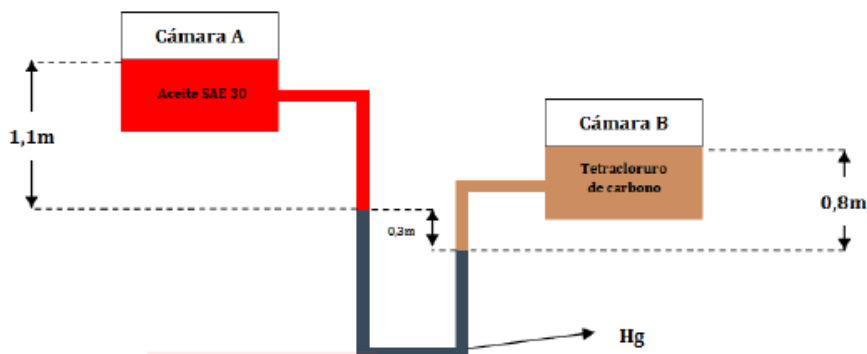


Figura 22

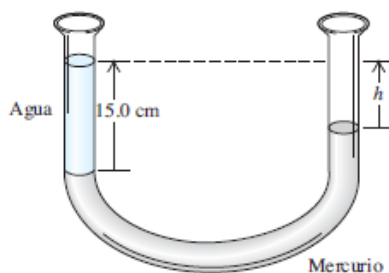
7. Para los dos tanques cerrados que se muestran en la siguiente figura, determinar el valor de la diferencia de presión $P_{cámara A} - P_{cámara B}$. Considere los siguientes valores de densidad $\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$, $\rho_{aceite SAE 30} = 917 \frac{kg}{m^3}$, $\rho_{Tetracloruro de carbono} = 1587 \frac{kg}{m^3}$.



8. Al sumergir una piedra de 2.5 Kg en agua, comprobamos que tiene un peso aparente de 20 N. Sabiendo que la gravedad es 9.8 m/s^2 y la densidad del agua 1000 kg/m^3 , calcular:
 - a) El empuje que sufre dicha piedra.
 - b) El volumen de la piedra.
 - c) La densidad de la piedra.
9. Un objeto tiene una masa de 10 Kg y ocupa un volumen de 7 litros, tiene un peso aparente de 24 N dentro del líquido. Calcula la densidad del líquido.
10. Un objeto que se halla totalmente sumergido en un recipiente con agua, tiene un volumen de 3 dm^3 y una densidad de 50000 kg/m^3 . Calcula:
 - a. Su peso real.
 - b. Su peso aparente.
 - c. El empuje que experimenta
11. ¿Qué fracción del volumen de una pieza sólida de metal de densidad relativa 7,25 flotará sobre la superficie del mercurio de densidad relativa 13,57 contenida en un recipiente?

Problemas adicionales:

1. Un cilindro alto con área transversal de 12 cm^2 se llenó parcialmente con mercurio hasta una altura de 5 cm. Se vierte lentamente agua sobre el mercurio (los 2 líquidos no se mezclan). ¿Qué volumen de agua deberá añadirse para aumentar el doble la presión manométrica en la base del cilindro?
2. Un tubo en forma de U abierto por ambos extremos contienen un poco de Mercurio. Se vierte con cuidado un poco de agua en el brazo izquierdo del tubo hasta que la altura de la columna de agua es de 15 cm.
 - a. Calcular la presión manométrica en la interfaz agua-mercurio.
 - b. Calcule la distancia vertical h entre la superficie del mercurio en el brazo derecho del tubo y la superficie del agua en el brazo izquierdo.

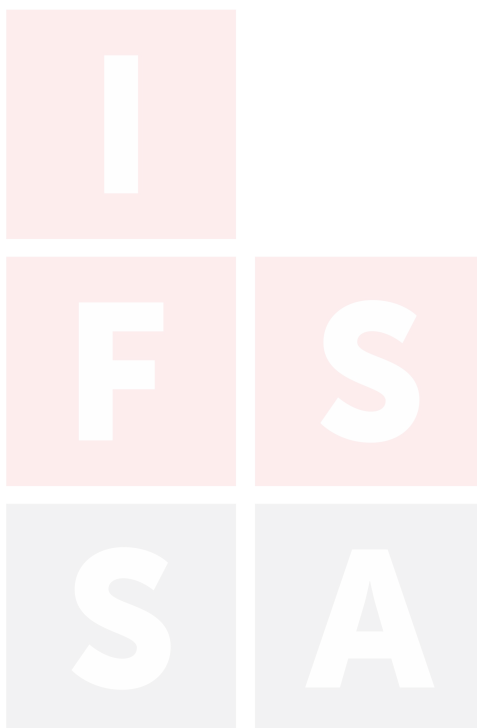


3. Se desea calcular la densidad de una pieza metálica, para ello se pesa en el aire dando un peso de 19 N y a continuación se pesa sumergida en agua dando un peso aparente de 17 N. Calcular la densidad del metal.
4. Un cuerpo experimenta un empuje de 25 N si se le sumerge en agua, de 23 N si se le sumerge en aceite y de 20 N si se le sumerge en alcohol. Hallar las densidades del aceite y del alcohol.



BIBLIOGRAFIA

- Física Universitaria, volumen 1, Sears-Zemansky, Editorial Addison Wesley Iberoamericana.
- Física, tomo I, Tipler, editorial Reverté.
- Física 1 y 2, Resnick-Holliday, Editorial CECSA.



INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR

RESPUESTA DE LA AUTOEVALUACION

19

1. $h=9,81 \text{ m}$
2. a) $P_{\text{interfase}}=705,6 \text{ Pa}$; b) $P_{\text{fondo}}=3155,6 \text{ Pa}$.
3. $F_2=750 \text{ N}$
4. $A_2=45 \text{ cm}^2$
5. $F_1=6,125 \text{ N}$
6. $H=0,17 \text{ m}$
7. $P_A-P_B=-37427,18 \text{ Pa}$
8. a) $E=4,5 \text{ N}$, b) $V_p=4,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$; c) $\rho_p=5434,78 \text{ Kg/m}^3$
9. $\rho_i=1078,71 \text{ Kg/m}^3$
10. a) $P_{\text{real}}=14700 \text{ N}$; b) $P_{\text{ap}}=1440,6 \text{ N}$; c) $E=29,4 \text{ N}$

Ejercicios adicionales.

1. $H=0,68 \text{ m}$
 2. a) $P_1=1470 \text{ Pa}$; b) $h=0,139 \text{ m}$
 3. $\rho=9500 \text{ Kg/m}^3$
- $\rho_{\text{aceite}}=920,37 \text{ Kg/m}^3$; $\rho_{\text{alcohol}}=800,32 \text{ Kg/m}^3$

INSTITUTO DE
FORMACIÓN
SUPERIOR