

FLUIDOS I

El término **Hidrostática** se refiere al estudio de los fluidos en reposo. Un fluido es una sustancia que puede escurrir fácilmente y que puede cambiar de forma debido a la acción de pequeñas fuerzas. Por tanto, el término fluido incluye a los líquidos y los gases.

Los fluidos que existen en la naturaleza siempre presentan una especie de fricción interna o viscosidad que complica un poco el estudio de su movimiento. Sustancias como el agua y el aire presentan muy poca viscosidad (escurren fácilmente), mientras que la miel y la glicerina tiene una viscosidad elevada. En este capítulo no habrá necesidad de considerar la viscosidad por que sólo nos ocuparemos de los fluidos en reposo, y la viscosidad únicamente se manifiesta cuando se mueven o fluyen estas sustancias.

Para el estudio de la Hidrostática es indispensable el conocimiento de dos cantidades: la presión y la densidad. Así pues, iniciaremos este capítulo con el análisis de ambos conceptos.

Presión: Consideremos un objeto cilíndrico cuyo peso vamos a designar por $\vec{F}$, apoyados sobre una superficie circular, como muestra la figura 1.

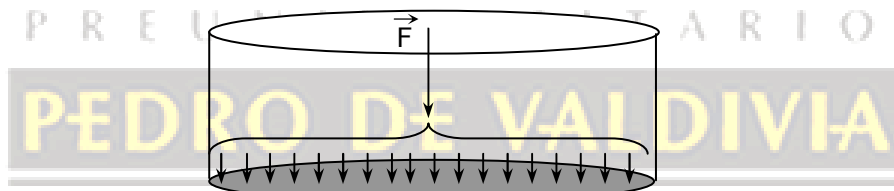


fig. 1

Sea A el área ennegrecida en la figura 1 sobre la cual se apoya el cilindro. Observemos que la compresión que el objeto ejerce sobre la superficie debido a su peso, está distribuida uniformemente en toda el área A, y la fuerza $\vec{F}$ que produce la compresión es perpendicular a la superficie. Se define, entonces, la presión producida por una fuerza $\vec{F}$ perpendicular a una superficie y distribuida sobre su área A, de la siguiente manera: "La presión p, ejercida por la fuerza $\vec{F}$ distribuida sobre el área A, es el cociente entre la intensidad de $\vec{F}$ y el valor del área A", es decir:

$$P = \frac{F}{A} \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

Hay que tener presente que la Presión es un escalar

En el SI se usa la unidad Pascal para la presión y se simboliza Pa, donde:

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

Densidad o Masa específica

Consideremos un cuerpo de masa m y cuyo volumen es V , la densidad (llamada también masa específica) del cuerpo se representará por la letra griega ρ (rho) y se define de la siguiente manera: La densidad (o masa específica) de un cuerpo es el cociente entre su masa y su volumen, o sea:

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

Unidades de densidad

Por la definición de densidad, $\rho = m/V$, observemos que la unidad de la densidad debe ser la relación entre una unidad de masa y una unidad de volumen. Por tanto, en el SI la unidad ρ será kg/m^3 . Se puede demostrar que

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

En la tabla 1 presentamos las densidades o masas específicas de diversas sustancias. Observe en la tabla que los gases tienen una densidad muy pequeña

DENSIDADES (a 0° C y a la presión de 1 atm)	
Sustancia	$\rho(\text{g /cm}^3)$
Hidrógeno	0,0009
Aire	0,0013
Corcho	0,24
Gasolina	0,70
Hielo	0,92
Agua	1
Agua de mar	1,03
Glicerina	1,25
Aluminio	2,7
Fierro	7,6
Cobre	8,9
Plata	10,5
Plomo	11,3
Mercurio	13,6
Oro	19,3
Platino	21,4

Presión atmosférica

El aire, como cualquier sustancia cercana a la tierra es atraído por ella; es decir, el aire tiene peso. Debido a esto, la capa atmosférica que envuelve a la Tierra y que alcanza una altura de decenas de kilómetros, ejerce una presión sobre los cuerpos sumergidos en ella. Esta presión se denomina presión atmosférica.

En todos los planetas con atmósfera existe una presión atmosférica con cierto valor. En la luna, como no hay atmósfera, no hay, por consiguiente, presión atmosférica.

Hasta la época de Galileo (siglo XVII) la existencia de la presión atmosférica era desconocida por muchos, e incluso, muchos estudiosos de la física la negaban. El físico italiano Torricelli, contemporáneo y amigo de Galileo, realizó un famoso experimento que, además de demostrar que la presión atmosférica realmente existe, permitió la determinación de su valor.

Experimento de Torricelli

Para efectuar su experimento, Torricelli tomó un tubo de vidrio, de casi 1m de longitud, cerrado por uno de sus extremos, y lo llenó de mercurio (fig. 2). Tapando el extremo abierto con un dedo e invirtiendo el tubo, sumergió este extremo en un recipiente que también contenía mercurio. Al destapar el tubo, estando éste en posición vertical, Torricelli comprobó que la columna líquida del recipiente, lograba equilibrar el peso de la columna de mercurio. Observe que arriba del mercurio, en el tubo, existe un vacío, pues si se hiciera un orificio en esta parte, a fin de permitir la entrada del aire la columna descendería hasta nivelarse con el mercurio del recipiente.

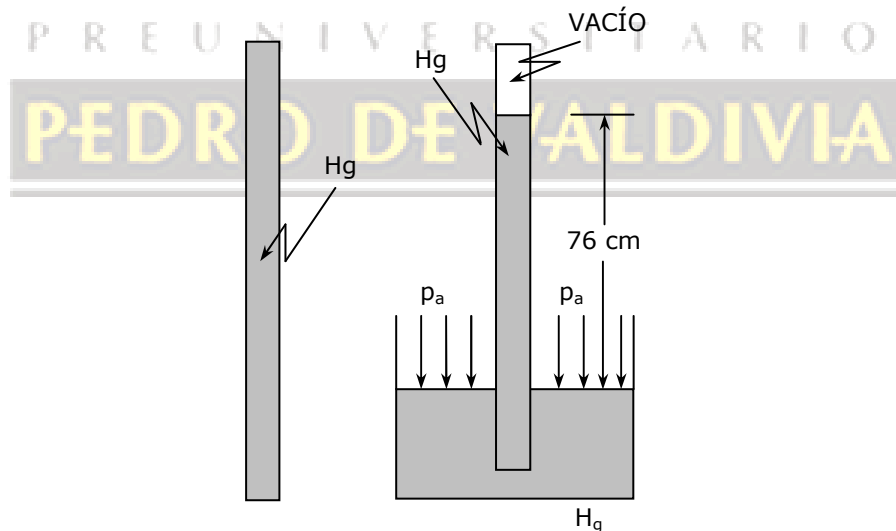


fig. 2

Como la altura de la columna líquida en el tubo era de 76 cm, Torricelli llegó a la conclusión de que el valor de la presión atmosférica, p_a equivale a la presión ejercida por una columna de mercurio de 76 cm de altura, es decir,

$$p_a = 76 \text{ cm Hg}$$

Por este motivo, una presión de $76 \text{ cmHg} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ atmósfera}$ y se emplea como unidad de presión.

Variación de la presión Atmosférica con la altitud	
Altitud (m)	p_a (cmHg)
0	76
500	72
1000	67
2000	60
3000	53
4000	47
5000	41
6000	36
7000	31
8000	27
9000	24
10000	21

Cálculo de la presión en el interior de un fluido.

En la figura 3 se indican los puntos 1 y 2 en el interior de un fluido de densidad ρ . La diferencia de nivel entre estos puntos es h . Consideremos una porción del líquido, de forma cilíndrica, como si estuviese separada del resto del líquido (fig. 3). Dicha parte está en equilibrio por la acción de su propio peso $\vec{P}$ y de las fuerzas que el resto del líquido ejerce sobre ella. En la dirección vertical, estas fuerzas son: la fuerza $\vec{F}_1$, que actúa hacia abajo sobre la superficie superior del cilindro, y que se debe al peso de la capa de líquido situada encima de esta superficie, y la fuerza $\vec{F}_2$, que actúa sobre la superficie inferior de la porción cilíndrica. Obsérvese que como el cilindro está en equilibrio, y $\vec{P}$ y $\vec{F}_1$ están dirigidas hacia abajo, $\vec{F}_2$ deberá estar dirigida hacia arriba. Podemos, entonces, escribir que

$$F_2 = F_1 + P \text{ (Condición de equilibrio)}$$

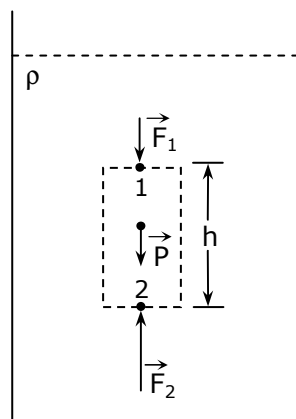


fig. 3

Siendo p_1 la presión en la superficie superior (punto 1), p_2 la presión en la superficie inferior (punto 2), y A el área de esas superficies, tenemos (recordando la definición de presión):

$$F_1 = p_1 A \quad F_2 = p_2 A$$

si m es la masa de la porción cilíndrica y V es su volumen, es posible expresar, de la siguiente manera, el peso P de esta porción:

$$P = m \cdot g \quad \text{pero} \quad m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot h$$

donde

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

Aplicando estas relaciones a la condición de equilibrio $F_2 = F_1 + P$, tenemos

$$p_2 A = p_1 A + \rho A h g \quad \text{o bien} \quad p_2 = p_1 + \rho g h$$

La relación anterior es tan importante en el estudio de la estática de los fluidos, que suele ser denominada **ecuación fundamental de la hidrostática**. Suponiendo que uno de los puntos se encuentra en la superficie del líquido y que el otro punto está a una profundidad h (fig. 4), vemos que la presión en el primer punto será la presión atmosférica p_a y en consecuencia la presión p , en el segundo punto se puede obtener por la relación

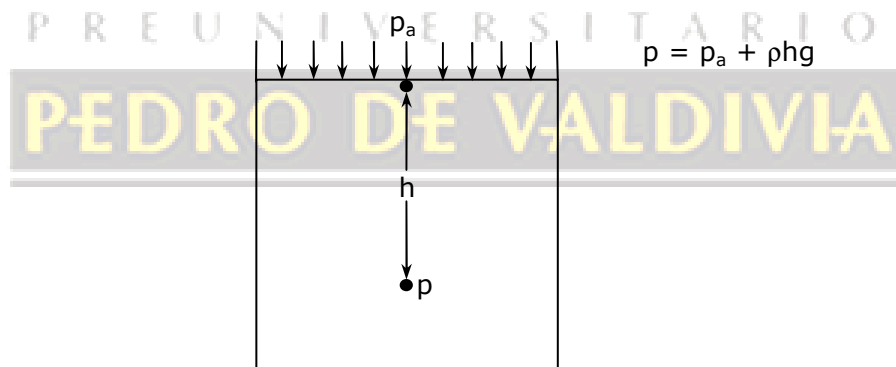


fig. 4

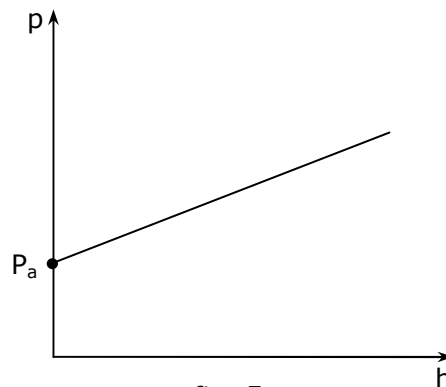


fig. 5

Vasos comunicantes

Consideremos dos recipientes que no necesitan ser del mismo tamaño, ni poseer la misma forma, cuyas bases están unidas por un tubo (fig. 6). Se dice que tales vasijas son "vasos comunicantes". Coloquemos un líquido cualquiera en estos vasos y esperemos que se alcance el estado de equilibrio. Los puntos A y B, situados en un mismo nivel horizontal, deben estar sometidos a presiones iguales, de lo contrario, el líquido no estaría en equilibrio.

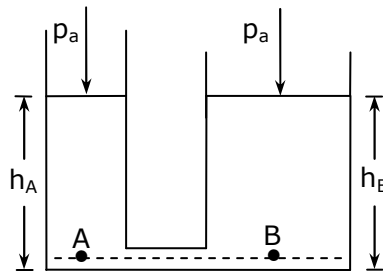


fig. 6

Siendo ρ la densidad del líquido, podemos escribir

PREUNIVERSITARIO
PEDRO DE VALDIVIA

Para el punto A: $p_A = p_a + \rho g h_A$
 Para el punto B: $p_B = p_a + \rho g h_B$

Como $p_A = p_B$, concluimos que $h_A = h_B$, es decir, puesto en vasos comunicantes, un líquido determinado alcanza las mismas alturas en ambos recipientes. Esta conclusión también es válida cuando se tiene varias vasijas en comunicación, independientemente de su forma o tamaño.

Principio de Pascal

Una característica de cualquier fluido en reposo es que la fuerza ejercida sobre cualquier partícula del fluido es la misma en todas las direcciones. Si las fuerzas fueran desiguales, la partícula se desplazaría en la dirección de la fuerza resultante. De esto se deduce que la fuerza por unidad de superficie que el fluido ejerce sobre las paredes del recipiente que lo contiene es perpendicular a la pared en cada punto sea cual sea su forma. El principio de Pascal afirma que *la presión aplicada sobre el fluido contenido en un recipiente se transmite por igual en todas las direcciones y a todas partes del recipiente, siempre que se puedan despreciar las diferencias del peso debidas al peso del fluido*.

Es decir, el aumento de la presión en un punto 2 es igual al aumento de la presión provocado por $\vec{F}$ en el punto 1 (fig. 7). Este hecho fue descubierto experimentalmente en 1653 por el científico francés Pascal. Observe que aun cuando en la época de Pascal esta propiedad sólo era un hecho experimental, en la actualidad comprobamos que se puede deducir de inmediato de la ecuación fundamental de la Hidrostática, la cual, a su vez, es consecuencia de las leyes de equilibrio de la Mecánica.

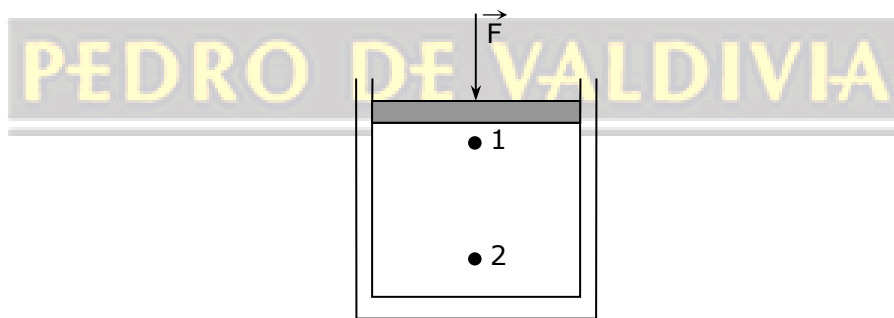


fig. 7

Empuje ascendente

Cuando sumergimos un cuerpo sólido cualquiera en un líquido, comprobamos que éste ejerce sobre el cuerpo una fuerza de sustentación, es decir, una fuerza dirigida hacia arriba que tiende a impedir que el cuerpo se hunda en el líquido. Ya debe haberse dado cuenta de la existencia de esta fuerza al tratar de sumergir en el agua, por ejemplo, un pedazo de madera. Esta fuerza es también la que hace que una piedra parezca más ligera cuando la sumergimos en el agua o en algún otro líquido. Tal fuerza, que es vertical y está dirigida hacia arriba, se denomina empuje ascendente del líquido sobre el cuerpo sumergido.

Por qué se produce el empuje hidrostático ascendente

Consideremos un cuerpo sumergido en un líquido cualquiera (figura 8). Como ya sabemos, el líquido ejercerá fuerzas de presión sobre toda la superficie del cuerpo que está en contacto con el líquido. Como la presión aumenta con la profundidad, las fuerzas ejercidas por el líquido en la parte inferior del cuerpo, son mayores que las fuerzas ejercidas en su parte superior, y se distribuyen en la forma que se indica en la figura 8. La resultante de estas fuerzas, por tanto, deberá estar dirigida hacia arriba. Dicha resultante es la que constituye el empuje hidrostático ascendente que actúa sobre el cuerpo, tendiendo a impedir que se hunda en el líquido. Observe, entonces, que la causa del empuje ascendente es que la presión aumenta con la profundidad. Si las presiones ejercidas en las partes superior e inferior del cuerpo fueran iguales, la resultante de las fuerzas de presión sería nula y no existiría empuje alguno sobre el cuerpo.

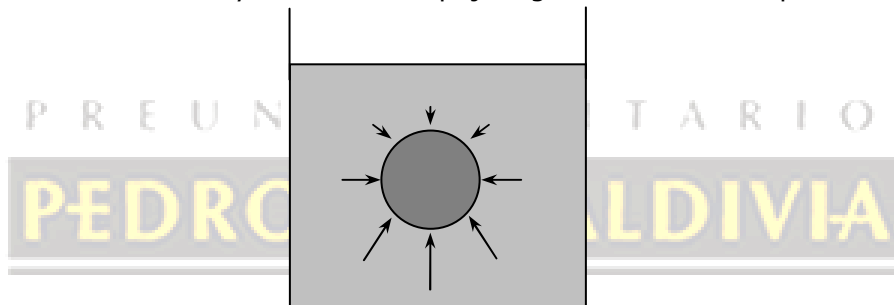


fig. 8

Principio de Arquímedes

En el siglo III a.C, el gran filósofo, matemático y físico griego Arquímedes, al realizar cuidadosos experimentos descubrió la manera de calcular el empuje ascendente que actúa en los cuerpos sumergidos en líquidos. Sus conclusiones fueron expresadas en un enunciado que recibe el nombre de principio de Arquímedes y cuyo texto es: todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje vertical hacia arriba, igual al peso del líquido desplazado por el cuerpo.

$$|\vec{E}| = |\vec{P}_d| = m_d \cdot |\vec{g}|$$

donde m_d es la masa del líquido desplazado, la cual se podría expresar en función de la densidad del líquido y el volumen desplazado V_d , lo que implica que

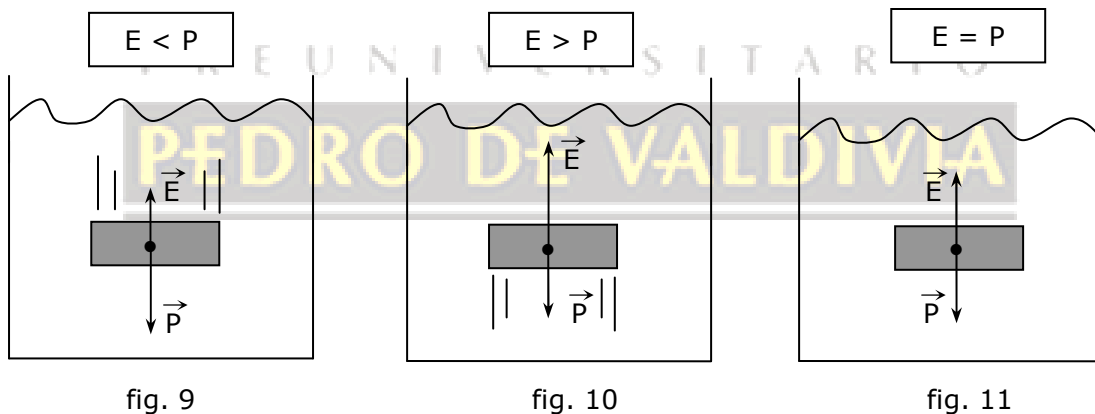
$$|\vec{E}| = \rho_L \cdot V_d \cdot |\vec{g}|$$

Usando las leyes de Newton podríamos llegar a este mismo resultado para el cálculo del empuje. Obsérvese, en cambio, que Arquímedes descubrió estos hechos mediante experimentos, mucho antes de que Newton estableciera las leyes básicas de la Mecánica. El principio de Arquímedes es válido para los fluidos.

Condiciones para que un cuerpo flote en un líquido

Suponga que una persona introduce un cuerpo en un líquido, de modo que quede totalmente sumergido. Si el cuerpo se suelta luego, las fuerzas que actuarán sobre él serán su peso $\vec{P}$ y el empuje $\vec{E}$ ejercido por el líquido. En estas condiciones, podrá observarse una de las tres situaciones siguientes:

El valor del empuje es menor que el peso del cuerpo ($E < P$). En este caso, la resultante de estas fuerzas estará dirigida hacia abajo, y el cuerpo se hundirá hasta llegar al fondo del recipiente. Esto es lo que sucede cuando, por ejemplo, soltamos una piedra dentro del agua (fig. 9). El valor del empuje es mayor que el peso del cuerpo ($E > P$). En este caso, la resultante de estas fuerzas está dirigida hacia arriba y el cuerpo sube en el interior del líquido (fig. 10). El valor del empuje es igual al peso del cuerpo ($E = P$). En este caso la resultante de estas fuerzas será nula y el cuerpo quedará en reposo en el sitio en que ella se halle. Esto es lo que sucede con el submarino bajo el agua, en reposo a cierta profundidad (fig. 11).



Nota: cuando se habla de peso aparente de un cuerpo, se refiere a la diferencia entre el peso del cuerpo y el empuje que ejerce un fluido sobre éste.

$$\vec{P}_{\text{aparente}} = \vec{P} - \vec{E}$$

EJEMPLOS

1. La densidad y el peso de un cuerpo de volumen constante

- A) son inversamente proporcionales entre sí.
- B) se relacionan gráficamente a través de una parábola.
- C) son directamente proporcionales.
- D) se relacionan gráficamente a través de una hipérbola.
- E) no se relacionan.

2. Un contenedor tiene una profundidad de 10 [m] y está lleno con agua (ver figura 12). Si consideramos que la presión atmosférica (P_A) en ese lugar es de 10^5 [N/m²], entonces la presión que existe en el fondo del contenedor es

- A) $P_A/2$
- B) $P_A + 10$ [N/m²]
- C) $2P_A$
- D) $10P_A$
- E) $100P_A$

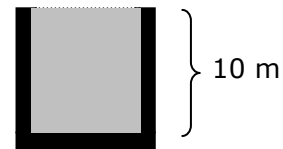


fig. 12

3. En el recipiente con líquidos de densidades ρ_1 y ρ_2 mostrado en la figura 13, la presión en el fondo está dada por (considere P_A como la presión atmosférica)

- A) P_A
- B) $P_A + \rho_1 g h_1$
- C) $P_A + \rho_2 g (h_1 + h_2)$
- D) $P_A + g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2)$
- E) faltan datos

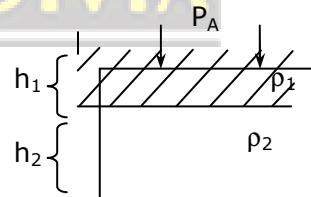


fig. 13

4. Un niño de masa 38 kg se sube a un taburete de 2 kg, la base de las 4 patas del taburete son circulares de dos centímetros de diámetro, entonces la presión que ejerce cada pata sobre el piso es igual a (usar $\pi = 3$)

- A) $(1/3) \cdot 10^6$ N/m
- B) $3 \cdot 10^4$ N/m
- C) $12 \cdot 10^{-4}$ N/m
- D) $(4/3) \cdot 10^2$ N/m
- E) $4 \cdot 10^6$ N/m



fig. 14

5. El émbolo de la jeringa mostrada en la figura 15 tiene una sección $2A$ y su boquilla de salida es igual a $A/4$. Si se aplica una fuerza $F/2$ al émbolo, entonces la presión en la boquilla de salida será

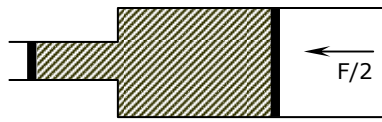


fig. 15

- A) $F/2A$
 B) F/A
 C) $F/4A$
 D) $4F/A$
 E) no se puede determinar si no se conoce la fuerza en la sección de salida.

6. En la prensa hidráulica de la figura 16, se aprecia una fuerza F_A que se aplica sobre un émbolo de diámetro $D/4$ y a otra fuerza F_B actuando sobre un émbolo de diámetro D . El sistema mostrado se halla en equilibrio, por lo tanto la razón F_A / F_B es igual a



fig. 16

- A) 16
 B) 12
 C) 4
 D) $1/4$
 E) $1/16$

7. Un cuerpo está flotando con la mitad de su volumen fuera de la superficie del agua, que está contenida en un envase (ver figura 17). El cuerpo de 2 kg, entonces tiene un volumen, en litros, igual a

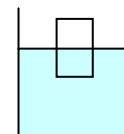


fig. 17

- A) 4
 B) 5
 C) 8
 D) 10
 E) 12

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

Para los problemas, use $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$

- El aparato que también es usado para medir la presión, aparte del barómetro, se denomina
 - dinamómetro.
 - termómetro.
 - manómetro.
 - presiómetro.
 - altímetro.
- Sobre una superficie $2S$ actúa una fuerza perpendicular f generando una presión A . Sobre una superficie S actúa una fuerza $f/2$, también perpendicular, generando una presión B . Entonces, es cierto que
 - A y B son iguales.
 - A es el doble de B .
 - A es la mitad de B .
 - la razón entre A y B es $4 : 1$.
 - nada se puede afirmar de las presiones.
- La presión que ejerce un bloque de volumen constante, como el que muestra la figura 18, que está colocado sobre una mesa horizontal, la cual está ubicada sobre la cima de una montaña alta, dependerá
 - del lado que apoya el bloque sobre la mesa.
 - de la altura de la montaña.
 - de la densidad de la caja.

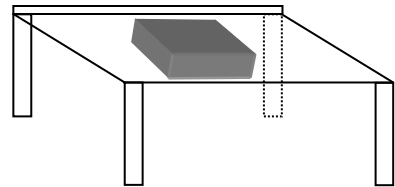


fig. 18

Es (son) correcta(s)

- sólo I
 - sólo II
 - sólo I y II
 - de todas ellas.
 - de ninguna de ellas.
- Un recipiente cilíndrico contiene un fluido de densidad ρ está cerrado por encima con una tapa de área A y masa m . Considerando la figura 19 y que la presión atmosférica es P_a , la presión que se ejerce sobre el fondo del recipiente está dada por

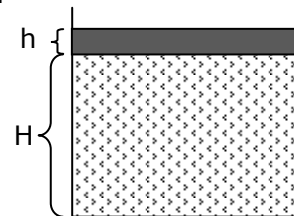


fig. 19

- P_a
- $P_a + \rho g(h+H)$
- $mg/A + \rho gH$
- ρgH
- $mg/A + \rho gH + P_a$

5. Si la diferencia de presión entre dos puntos, A y B, en el interior de un lago de agua dulce que está en reposo es $10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$. Entonces, la diferencia en profundidad, Δh , que existe entre ellos es de

- A) 0,01 km
- B) 0,10 m
- C) 1,00 cm
- D) 0,10 km
- E) 10,0 m

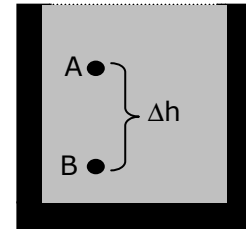


fig. 20

6. En un planeta X se introduce un objeto en un fluido y la presión sobre él versus la profundidad h se muestra en el gráfico de la figura 21, entonces es correcto que

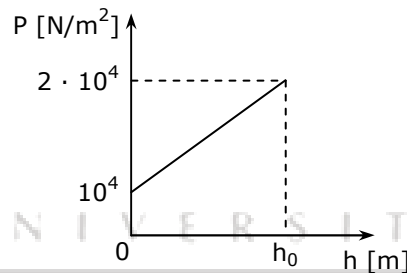


fig. 21

- A) la presión atmosférica vale $10 \text{ [N/m}^2\text{]}$.
- B) la presión que ejerce sólo el fluido no es directamente proporcional a h .
- C) el objeto antes de entrar al fluido no estaba sometido a presión.
- D) la presión atmosférica vale $10^4 \text{ [N/m}^2\text{]}$.
- E) la presión que ejerce sólo el fluido a la profundidad h_0 es $2 \cdot 10^4 \text{ [N/m}^2\text{]}$.

7. La presión de un gas puede ser medida por un manómetro de tubo abierto, tal como el que se aprecia en la figura 22, el manómetro contiene mercurio. La altura h es igual a 20 cm y la presión atmosférica en ese lugar es 70 cmHg. Es correcto asegurar que la presión que ejerce el gas es igual a

- A) 20 cmHg.
- B) 50 cmHg.
- C) 70 cmHg.
- D) 90 cmHg.
- E) 96 cmHg.

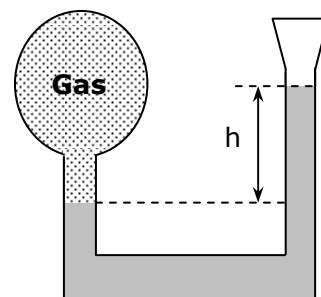


fig. 22

8. Un cuerpo se introduce en un recipiente que contiene mercurio de densidad ρ_{Hg} . El cuerpo flota en el mercurio, ya que su densidad ρ_C satisface que $\rho_C < \rho_{Hg}$. En estas condiciones, la parte del volumen del cuerpo que está sumergido en el mercurio es X veces su volumen total, donde X es

- A) ρ_{Hg} / ρ_C
- B) $\rho_{Hg} \cdot \rho_C$
- C) $\sqrt{\rho_{Hg} / \rho_C}$
- D) ρ_C / ρ_{Hg}
- E) $\rho_{Hg} + \rho_C$

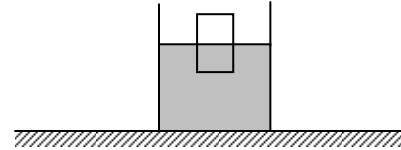


fig. 23

9. Un objeto se introduce en un recipiente que contiene un líquido y queda flotando en la superficie. La relación entre la densidad del cuerpo y la del fluido es 1 : 4, entonces la parte del volumen V_C del cuerpo, que asoma sobre la superficie del líquido es

- A) $(3/4) \cdot V_C$
- B) $(2/3) \cdot V_C$
- C) $(1/2) \cdot V_C$
- D) $(1/4) \cdot V_C$
- E) $(3/8) \cdot V_C$

10. Un submarino de densidad ρ_s con sus motores apagados, sube con velocidad constante en medio del mar en calma porque

- A) el empuje del agua es mayor que el peso del submarino.
- B) el empuje del agua es igual al peso del submarino.
- C) la densidad del submarino es mayor a la del agua.
- D) el agua de mar es más densa que el agua dulce.
- E) la densidad del agua es igual a la suma de la densidad del aire más la densidad del metal del submarino.

11. Respecto del peso aparente de un cuerpo de masa constante, **no** se puede afirmar que

- A) a mayor empuje, menor peso aparente.
- B) a mayor peso aparente, menor empuje.
- C) a mayor volumen del cuerpo, menor peso aparente.
- D) a mayor densidad del cuerpo, menor peso aparente.
- E) a mayor profundidad dentro del fluido, el empuje es el mismo.

12. En el Principio de Pascal se plantea que

- A) la presión que se ejerce sobre un líquido se propaga en todas las direcciones.
- B) la fuerza que se ejerce sobre un líquido se propaga en todas las direcciones.
- C) la presión que se ejerce sobre un líquido se propaga sólo horizontalmente.
- D) la presión que se ejerce sobre un líquido se propaga sólo verticalmente.
- E) la presión que se ejerce sobre un líquido no se propaga.

13. Dos líquidos de densidades ρ_1 y ρ_2 , respectivamente, son colocados en un tubo con forma de U como muestra la figura 24. Entonces, se puede afirmar correctamente que:

- I) $\rho_1 > \rho_2$
- II) $x = (\rho_2/\rho_1) \cdot h$
- III) Si el tubo fuese cerrado (al vacío) por la parte superior izquierda, las alturas de las columnas cambiarían.

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo I y II
- D) Sólo I y III
- E) Sólo II y III

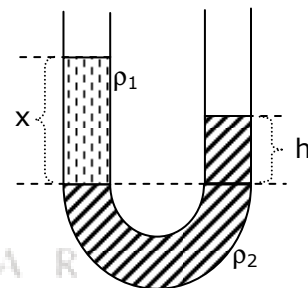


fig. 24

14. Para sumergir completamente en un líquido de densidad ρ_L , un objeto de densidad ρ_c menor a la del líquido, y volumen V_c , se debe ejercer una fuerza sobre el objeto cuyo mínimo módulo está dado por

- A) $\rho_L V_c g$
- B) $\rho_c V_c g$
- C) $V_c g(\rho_c - \rho_L)$
- D) $V_c g(\rho_c + \rho_L)$
- E) $V_c g(\rho_L - \rho_c)$

15. Una persona asciende una montaña llevando un barómetro. Sabiendo que la densidad del aire es $0,0013 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ y la presión que midió en el pie de la misma fue de 700 mmHg, y en la cima fue de 500 mmHg, ¿hasta qué altura aproximada subió? (760 mmHg = 101.300 Pa)

- A) 0,5 km
- B) 1,0 km
- C) 1,5 km
- D) 2,0 km
- E) 3,0 km

16. La figura 25 muestra dos cuerpos, A de densidad ρ_A y B de densidad ρ_B . A flota en la superficie y B está apoyado en el fondo del recipiente, entonces si la densidad del fluido es ρ_F se cumple la relación

- A) $\rho_A > \rho_B > \rho_F$
 B) $\rho_F > \rho_B > \rho_A$
 C) $\rho_F > \rho_A > \rho_B$
 D) $\rho_B > \rho_F > \rho_A$
 E) $\rho_B > \rho_A > \rho_F$

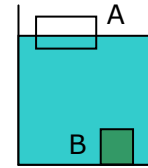


fig. 25

17. Dos masas están colocadas sobre émbolos, de masa despreciable, pertenecientes a una prensa hidráulica. Si la masa A es de 24 kg y está sobre un émbolo de 60 cm^2 , entonces la masa B, que está sobre un émbolo de 20 cm^2 , es de valor

- A) 80 kg.
 B) 60 kg.
 C) 24 kg.
 D) 20 kg.
 E) 8 kg.

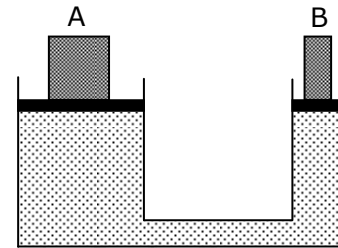


fig. 26

18. Una piedra pesa 6,0 N en el aire y 3,5 N sumergida completamente en agua, entonces su volumen en m^3 y su densidad en kg/m^3 , son respectivamente

- A) $2,0 \cdot 10^{-3}$ 2.000
 B) $2,5 \cdot 10^{-4}$ 24.000
 C) $2,5 \cdot 10^{-4}$ 2.400
 D) $2,5 \cdot 10^{-5}$ 600
 E) $2,5 \cdot 10^{-2}$ 200

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1C 2C 3D 4A 5C 6E 7A

DMDFM-16

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra Web
<http://www.pedrovaldivia.cl>