Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

Nombre.....Curso.....

PRESIÓN y FLUÍDOS

INTRODUCCIÓN

La *Hidrostática* estudia los fluidos en reposo. Un *fluido* es una sustancia que puede escurrir fácilmente por una tubería porque cambia su forma, también se puede adaptar al tiesto que lo contiene, debido a que entre las moléculas o átomos que lo forman existen de pequeñas fuerzas de cohesión.

El término fluido comprende a los líquidos y gases. Un líquido es prácticamente incomprensible, mientras que un gas es compresible.

Densidad

El concepto que es útil es la ***Densidad*** (ρ) la cual es constante en cualquier lugar, independiente de la gravedad. La densidad es el inverso de la compresibilidad.

La densidad ρ se determina matemáticamente como la razón entre la masa **"m"** del cuerpo con respecto a su volumen **"V"**, por tanto es un concepto que tiene característica de escalar:

$$\rho \equiv \frac{M}{V} \quad \text{Ecuación n° 1}$$

La unidad de medida para la densidad está en función de las medidas que se ocupan para la masa y el volumen, como por ejemplo: $\frac{kg}{m^3} = \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ o $\frac{gr}{cm^3}$

Antes de estudiar la estática y dinámica de fluidos, es importante comprender la relación que existe entre el peso de un cuerpo y su volumen. Nuestra experiencia nos señala que existen cuerpos ligeros y otros pesados al compararlos respecto de su tamaño. Es decir un bloque de plomo difiere en forma considerable de un bloque de madera, este pesa 6 veces más.

La cantidad que relaciona el peso de un cuerpo con su volumen se conoce como *peso específico*, este se define como la "razón entre el peso del cuerpo y su propio volumen"

Peso Específico $\boxed{P_e \equiv \frac{P}{V}}$ Ec n° 2

Su unidad de medida, en el sistema internacional, es Newton/m^3.

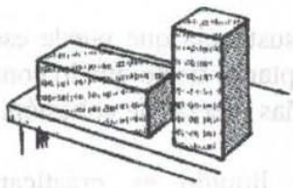
Como el peso depende de la aceleración de gravedad y ésta depende del lugar geográfico por tanto el peso no es constante.

Presión en los sólidos

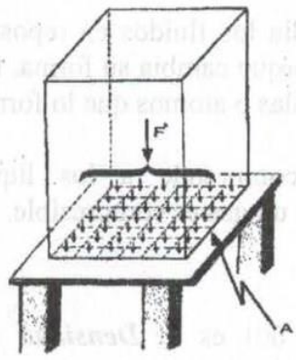
Muchos de nosotros hemos tenido la experiencia de caminar por la arena, la fuerza que en tal caso aplicamos es la de nuestro propio peso la cual se distribuye en la planta de un pie, en este caso la fuerza normal (perpendicular) se distribuye en el área de contacto entre la arena y el pie, lo que genera una dificultad en el caminar, para disminuir esa dificultad debemos aumentar el área de contacto. Un caso similar se presenta con las personas que caminan sobre la nieve, para no hundirse usan zapatos para la nieve con raqueta, las cuales aumentan la superficie de contacto distribuyendo la fuerza aplicada (el peso) en una superficie mayor. Las motos de cuatro ruedas que se utilizan para andar en la arena tienen neumáticos con un área de contacto grande, los cuales distribuyen su peso en cuatro áreas facilitando el movimiento en la arena. En las descripciones anteriores existen dos conceptos involucrados que son la fuerza

Definiremos la Presión a la fuerza normal (perpendicular) aplicada sobre una superficie por unidad de área, es decir:

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



Aunque el peso de ambos bloques es el mismo, el bloque vertical ejerce mayor presión contra la mesa.



Unidades de medida de presión

- En S. I. Se expresa en $\frac{N}{m^2}$ que recibe el nombre de Pascal (Pa)
- En el sistema inglés se expresa en libras / pulgada^2 (lb / plg^2)
- La presión en los fluidos se suele medir en atmósfera (atm), esta equivale a una columna de mercurio de 760 mm

Tabla que relaciona unidades de presión	
1 mm de Hg	133 N / m^2
1 atm.	1,01 * 10^5 N / m^2

Nota:

- El valor de la presión no sólo depende del valor de la fuerza ejercida, sino también del área sobre la cual se distribuye la fuerza, en consecuencia para fuerzas iguales y áreas diferentes podremos obtener una gran presión cuanto menor sea el área. Un clavo, un tornillo para madera, un cuchillo tienen superficies de contacto muy pequeña y por lo tanto con una pequeñas fuerzas se logra una gran presión.

Aplicación:

- Un ladrillo tiene una masa de 3 kg y sus dimensiones son 0,40 m de largo, 0,20 m de ancho y 0,10 m de alto. Determine la presión ejercida por este ladrillo cuando se apoya sobre una mesa en cada una de las tres caras.

R: 375 Pa, 750 Pa , 1500 Pa

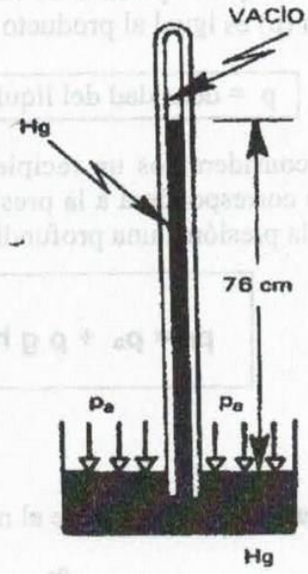
Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

Presión atmosférica

El aire es un gas atraído por la Tierra, es decir, tiene peso. La atmósfera tiene diferentes grados de concentración molecular entre más próximos estemos del nivel del mar mayor será la concentración de moléculas por metro cúbico, disminuyendo esta concentración a medida que nos alejamos de la superficie de la Tierra, debido a esto las capas atmosféricas que envuelven a la Tierra ejercen una presión sobre los cuerpos sumergidos en ellas, a esta presión se le denomina *presión atmosférica* (p_a).

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

El físico italiano Torricelli, realizó un experimento que permitió la determinación del valor de la presión atmosférica. Tomó un tubo de vidrio de 1 m de longitud cerrado por uno de sus extremos y lo llenó con mercurio, tapando el extremo abierto con un dedo e invirtiendo el tubo, sumergió este extremo en un recipiente que también contenía mercurio, Torricelli comprobó que la columna bajaba hasta tener una altura de 76 cm. El instrumento diseñado por Torricelli recibe el nombre de barómetro.

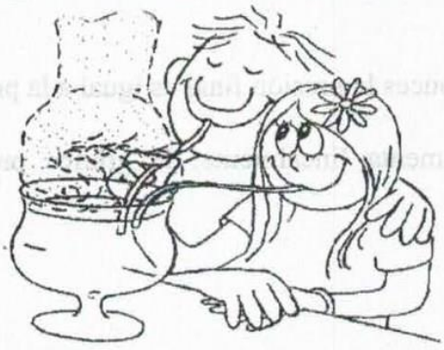


Experimento de Torricelli

En el instrumento anterior no es el vació el que tira del mercurio hacia arriba, el mercurio se mantiene en el tubo porque el peso de la atmósfera en la parte exterior empuja el mercurio (según figura) igualando las presiones ejercida por la columna de mercurio y la presión atmosférica. Dados que las presiones hacia abajo y hacia arriba son iguales (pues no hay movimiento) el mercurio debe tener la altura en el tubo para producir una presión igual a la del aire exterior. si la columna de mercurio tuviera 1 m^2 de sección transversal pesaría 100.000 N, equivalente al peso de una columna de aire de 1 m^2 y de unos 30 Km de largo.

El experimento de Torricelli podría realizarse usando otro líquidos, pero el mercurio es el que más se emplea debido a su gran densidad, si utilizáramos agua la columna debería ser 13,6 veces mayor, es decir, debería medir 10,3 m

La presión atmosférica nos permite tomar líquidos con una bombilla



3

El nivel de concentración molecular disminuye con la altura, esto significa que en la atmósfera la presión cambia con la altura, en la siguiente tabla se informa de los valores de la presión atmosférica en relación con la altitud.

Altitud (m)	P_a (cm de Hg)
0	76
500	72
1000	67
2000	60
3000	53

Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

Presión en un líquido

Cuando una persona está bajo el agua, puede sentir la presión de esta contra sus tímpanos. A mayor profundidad, mayor presión, si se sumerge a una profundidad del doble hay sobre él, el doble de peso de agua por lo que experimenta el doble de presión. La presión de los líquidos depende de la profundidad.

También la presión depende de la densidad del líquido, entre mayor sea la densidad del líquido, la presión en él será proporcionalmente mayor.

Ya que la presión en un líquido depende tanto de la profundidad como de la densidad, esta presión (p) es igual al producto entre la profundidad, la densidad y la aceleración de gravedad.

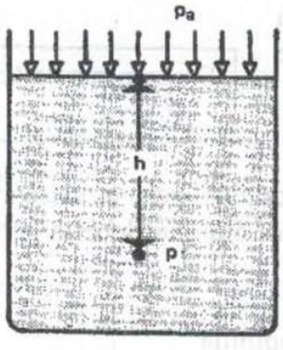
$$p = \text{densidad del líquido} \cdot \text{profundidad} \cdot g$$

Si consideramos un recipiente como una piscina, tendremos que la presión en el interior del líquido corresponderá a la presión atmosférica más la presión generada por el peso del líquido, por lo que la presión a una profundidad h está dada por:

$$p_f = p_a + \rho g h$$

p_f: presión a una profundidad h
p_a: presión atmosférica
ρ: densidad del líquido
g: aceleración de gravedad
h: profundidad

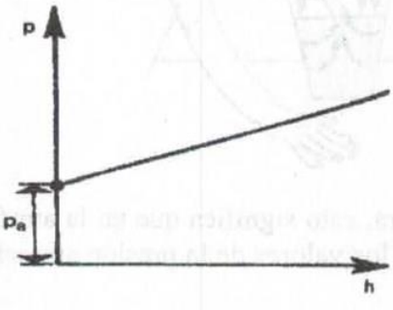
La ecuación anterior recibe el nombre de ***ecuación fundamental de la hidrostática***



La presión a una profundidad *h* está dada por $p = p_a + \rho g h$.

Nota:

- Si la profundidad es nula, es decir, h = 0, entonces la presión final es igual a la presión en la superficie del líquido.
- Si la profundidad aumenta, la presión aumenta linealmente, la gráfica presión (p) / profundidad (h)

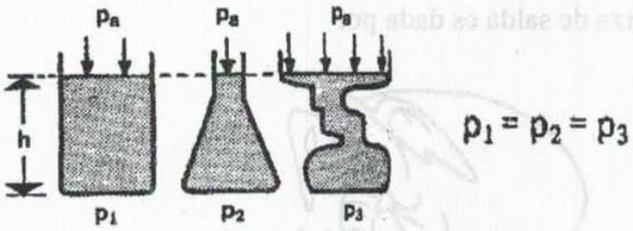


El grafico informa como varía la presión p en el interior de un líquido, con la profundidad

- De la ecuación fundamental se obtiene que la presión en el interior de un líquido, esta formada por dos partes, la presión ejercida en la superficie libre del líquido (p_a) y la presión originada por el peso del líquido ρ g h.

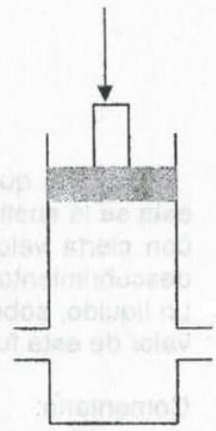
4

- La presión ejercida en el interior de un líquido depende de la profundidad (h), no de la forma del envase.



- En la ecuación fundamental para poder sumar los dos términos que dan cuenta de la presión final, es necesario que ambos tengan idénticas unidades, se recomienda el S. I.

Principio de Pascal



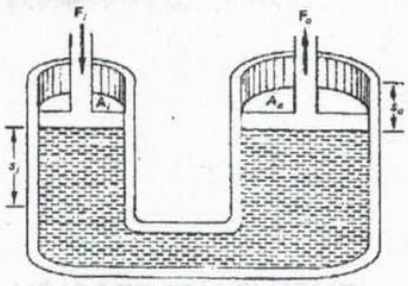
En la figura se ha representado un pistón, el cuál en su interior contiene líquido, el émbolo superior es accionado, tal que la presión ejercida en esa parte se transmite íntegramente al líquido, dado que el líquido es incompresible la presión ejercida sobre el se transfiere a toda la superficie interna del cilindro, ejerciendo el líquido una fuerza perpendicular al plano tangente en todos los puntos de aplicación, lo anterior significa que la presión se transfiere en todas las direcciones con igual valor. Si el émbolo tiene dos salidas de igual área se observará que la presión ejercida en la parte superior se transfiere al líquido, de tal forma que este sale con igual rapidez por las dos aberturas.

De la experiencia anterior se concluye que la presión ejercida en la parte superior se transmitió por el líquido en todas las direcciones.

Si cambiamos una de las áreas de los orificios inferiores se sigue cumpliendo lo anterior, esto significa que la presión ejercida en ambos orificios es igual, por lo tanto para área mayor, implica fuerza mayor y para área menor implica fuerza menor.

Pascal dedujo la ley que lleva su nombre y lo enunció de la siguiente forma: ***"el incremento de la presión en un líquido en equilibrio se transmite íntegramente a todos los puntos de dicho líquido"*** o" ***Una presión externa aplicada a un fluido confinado se trasmite uniformemente a través del volumen del fluido***"

Una de las aplicaciones más ampliamente utilizada de la ley de Pascal se encuentra en la maquina hidráulica, capaz de " multiplicar fuerzas". De acuerdo con el la ley de Pascal, una presión aplicada a un líquido en la columna de la izquierda será transmitida íntegramente al liquido en la columna de la derecha. Por tanto, si una Fuerza de entrada F_i se aplica sobre un émbolo de área A_i, ocasionará una fuerza de salida F_o que se aplicara sobre el émbolo de área A_o, así que



Presión de entrada = presión de salida

$$\frac{F_i}{A_i} = \frac{F_0}{A_0}$$

Una fuerza de entrada pequeña puede ser multiplicada para producir una fuerza de salida mucho mayor, haciendo simplemente que el émbolo de salida tenga un área mucho mayor que el área del émbolo de entrada. La fuerza de salda es dada por

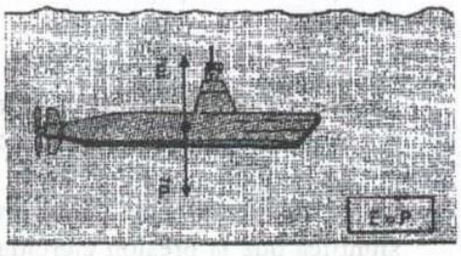
$$F_o = F_i \frac{A_o}{A_i}$$

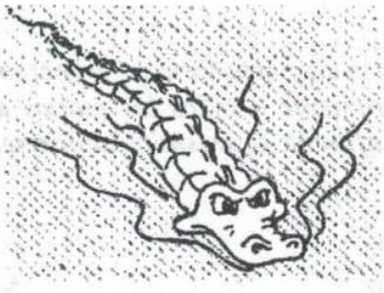
Principio de Arquímedes

Un niño que está en una piscina, hunde una pelota de plástico en el agua, repentinamente esta se le suelta de las manos ascendiendo verticalmente e incluso sale de la superficie del agua con cierta velocidad elevándose sobre ella. Lo anteriormente descrito está relacionado por el descubrimiento hecho por Arquímedes (S IIIA.C.), él se dio cuenta que todo cuerpo sumergido en un líquido, sobre el cuerpo el líquido aplicaba una fuerza vertical hacia arriba, llamada ***Empuje***, el valor de esta fuerza era igual al peso del líquido desplazado por el cuerpo.

Comentario:

- El empuje es una fuerza, por lo tanto, en el S. I. Se expresa en Newton (N).
- El concepto de Empuje sirve para explicar, como es posible que un submarino se sumerja en el agua, se desplace en el interior de ella y luego salga a flote.
- También el concepto de Empuje sirve para explicar las causas de que un globo aerostático se eleve desplazándose a cierta altura de la tierra y luego baje.





EMPUJE Y FLOTACIÓN DE UN CUERPO

Cuando un cuerpo es sumergido en un líquido, dos fuerzas parciales se aplican simultáneamente a él, el *Peso* y el *Empuje*, ambas fuerzas tiene igual dirección, siendo se sentidos opuestas, el peso es vertical y hacia el centro de la Tierra en cambio el empuje es vertical y de sentido contrario al peso. El empuje depende del líquido, en cambio el peso de la masa del cuerpo. Al sumar el peso y el empuje se obtiene la *fuerza neta* aplicada al cuerpo, al experimentar con diferentes cuerpos y líquidos se puede concluir que existen tres posibles

- Que el peso del cuerpo sea mayor que el empuje, en tal caso la fuerza neta tiene el sentido del peso y el cuerpo se hunde.
- Que el empuje sea igual al peso del cuerpo, en este caso el cuerpo se mantiene en equilibrio en el fluido, permaneciendo a media agua o en la superficie de él.
- Que el empuje sea mayor que el peso del cuerpo, en este caso el cuerpo acelera hacia arriba.

EMPUJE Y DENSIDAD DE UN LÍQUIDO

SI al agua potable se le agrega sal le aumentamos su densidad, esto significa que un cuerpo que anteriormente se hundía, al agregarle sal al agua este puede flotar. En el caso de los nadadores estos saben que se flota con mayor facilidad en el mar que en un lago, lo anterior se debe a la densidad del agua, es decir, el empuje está relacionado con la densidad del líquido.

El empuje hidrostático ascendente es igual al peso del líquido desplazado, el cual se calcula conociendo la masa del líquido y la aceleración de gravedad (m * g), esto significa que el empuje (E) tiene un valor igual al producto entre la masa del líquido desplazado y la aceleración de gravedad.

Si recordamos que la densidad (ρ) corresponde a la razón entre la masa (m) y el volumen (V) del cuerpo se obtiene que la masa es igual al producto entre la densidad y el volumen (ρ *V)

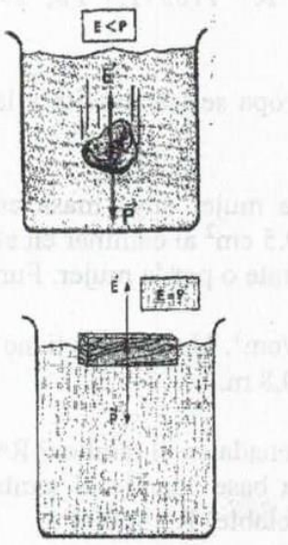
el peso P del cuerpo sumergido en el líquido se puede expresar en función de su densidad, ρ_c, y de su volumen, V_c, de la siguiente manera:

$$P = mg \quad \text{y como} \quad m = \rho_c V_c$$

$$\text{resulta que} \quad P = \rho_c V_c g$$

Cuando el cuerpo está *totalmente* sumergido en el líquido estará desplazando un volumen del mismo, V_d, igual a su propio volumen V_c, es decir, $V_d = V_c$. Por tanto, en el caso de un cuerpo completamente inmerso en el líquido tenemos

$$E = \rho_L V_c g \quad \text{y} \quad P = \rho_c V_c g$$



Comparando ambas expresiones se ve que sólo difieren en relación con los valores de ρ_L (densidad del líquido) y ρ_c (densidad del cuerpo). Por tanto:

1. si $\rho_L < \rho_c$, tendremos que $E < P$, y en este caso, como ya vimos, el cuerpo se hundirá en el líquido.
2. si $\rho_L = \rho_c$, entonces $E = P$. En estas circunstancias, como sabemos, el cuerpo quedará en suspenso cuando esté completamente sumergido en el líquido.
3. si $\rho_L > \rho_c$, tendremos que $E > P$. Este es el caso en que el cuerpo sube en el líquido y emerge en la superficie hasta llegar a una posición de equilibrio, parcialmente sumergido, en la cual $E = P$.

Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

APLICACIONES DEL CONCEPTO DE PRESION

1. Se tiene un cuerpo cuya forma es un paralelepípedo rectangular cuyas dimensiones son: largo de 0,25 m, ancho de 15 cm y alto de 1 dm.
   a) Determine el área de cada cara. Exprese su respuesta en el S. I.
   R: $A_1 = 0{,}015\ m^2$ – $A_2 = 0{,}025\ m^2$ – $A_3 = 0{,}0375\ m^2$
   b) Determine del volumen del cuerpo
   R: $3{,}75 \cdot 10^{-3}\ m^3$
   c) Si el cuerpo es de aluminio determine su masa, si la densidad del Al es de 2700 Kg/m^3.
   R: m = 10,125 Kg
   d) Si la aceleración de gravedad del lugar es aproximadamente 10 m/s^2, ¿cuál es el peso del cuerpo?
   R: P = 101,25 N
   e) ¿Cuál es la presión ejercida por cada una de las caras, cuando se apoya de diferentes formas sobre una superficie?
   R: R: P = 6750 Pa – P = 4050 Pa – P = 2700 Pa

2. Se tiene un cuerpo de forma irregular.
   a) ¿Qué instrumentos se requieren para determinar el volumen y la masa del cuerpo?
   b) ¿A que corresponde el cociente entre el valor de la masa y el valor del volumen?
   c) ¿Qué representa físicamente el concepto de densidad?
   d) Explique que significa que la densidad del alcohol sea de 0,79 gr/cm^3 y la del oxígeno sea de 1,43 Kg/m^3.

3. *Un elefante tiene una masa de 5 ton. Si el peso se distribuye en forma homogénea en sus cuatro patas y consideramos que la planta de ellas es aproximadamente circular y tiene un diámetro de 30 cm, determine:
   a) El peso del elefante (considere g = 10 m/s^2)
   R : 50.000 N
   b) Calcule el área de cada planta de las patas del elefante. R= 0,07 m^3
   c) ¿Qué valor tiene la presión ejercida por el elefante cuando se para en: cuatro patas, tres patas, dos patas y una pata? R= 178571,4 Pa; 238095,2 Pa ;357142,8 Pa; 714285,7 Pa

4. Cuando se visitan algunos museos en Europa se les solicita a las mujeres que <u>no utilicen</u> zapatos con tacones delgados.
   a) Explique el porqué de tal solicitud.
   b) Estime la presión ejercida por una mujer cuya masa es de 60 Kg, sí el área de aplicación de la fuerza peso, es de 0,5 cm^2 al caminar en el museo. R= $12 \cdot 10^6$ Pa
   c) Es preferible ser pisado por un elefante o por la mujer. Fundamente su respuesta,

8/

5. *La gasolina tiene una densidad de 0,7 gr/cm^3. Un tambor tiene una forma cilíndrica cuya área de base es de 0,75 m^2 y una altura de 0,8 m.
   a) ¿Cuál es la masa de gasolina almacenada en el tambor? R= 420 kg
   b) ¿Cuál es la presión ejercida por la base cuando el tambor está lleno de gasolina? (Suponga el envase de masa despreciable) R= 5600 Pa

6. Explique por qué la presión atmosférica disminuye a medida que subes un cerro.

7. Si la presión atmosférica en Marte es casi 10 veces menor que la presión atmosférica en la Tierra, ¿cuál será la altura de una columna de mercurio al realizar el experimento de Torricelli en ese planeta? 0,076 m Hg.

8. En una caldera la presión en el interior es de 5 atm. Si se le conecta un tubo con mercurio,

Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

9. Una persona realiza el experimento de Torricelli en su ciudad natal, encontró que la columna del líquido utilizado fue de 8 m, considerando que una presión de 1 atm corresponde a una columna de 10 m. Exprese el valor de la presión atmosférica en dicha ciudad en cm de Hg y en Pa. R= 608 mm Hg R = 80864 Pa

10. Se tiene una lata con gas, explique qué sucede cuando se le saca el gas a la lata en la Tierra y en la Luna.

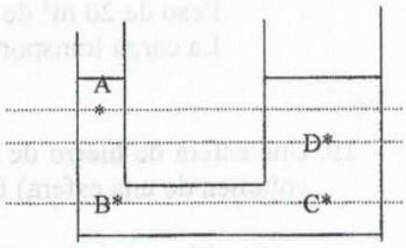
11. Se tienen dos tubos de 1 m de largo cada uno, los cuales son llenados con benceno y mercurio respectivamente. Si la densidad del benceno es de 880 kg/m^3 y del mercurio es de 13600 kg/m^3. Indique el valor de la presión en cada líquido en los siguientes puntos:

    a) En la superficie del líquido R=101000 Pa ; 101000 Pa
    b) En la mitad del tubo R = 105400 Pa ;169000 Pa
    c) En la parte inferior del tubo R = 109800 Pa ; 237000 Pa

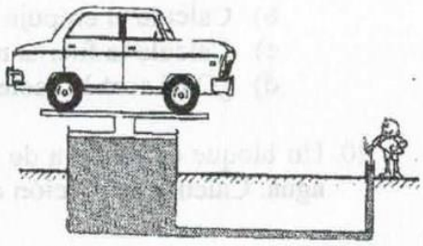
12. En un edificio hay un depósito elevado de agua cuyas dimensiones son: 1 m de ancho, 2 m de largo y 1 m de altura. Para aumentar la presión del agua en los grifos o llaves un técnico sugirió que se colocara en el mismo lugar otro depósito de mayor capacidad: ancho 2m, largo 3m y alto 1 m. Estás de acuerdo por lo propuesto por el técnico.

13. Se tienen dos vasos comunicados llenos de agua. En él se marcan los puntos A, B, C y D, ordénelos de mayor a menor considerando la presión existente en esos puntos.

    R; B=C >D>A



14. Mediante un elevador hidráulico se levanta un automóvil cuya masa es de 800 kg y está ubicado sobre un pistón que tienen un área de 2000 cm ^{2}. Si al pistón al cuál se le aplica la fuerza tiene un área de 25 cm^2. ¿Cuál deberá ser el valor de la fuerza aplicada para que la presión en los dos pistones sea la misma?



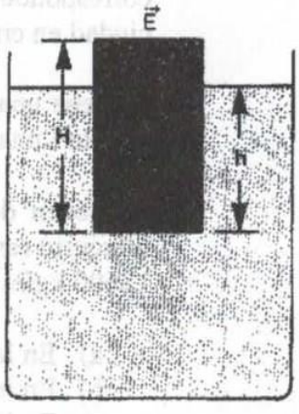
15. Los cilindros de una prensa hidráulica tienen radios de 5 cm y 20 cm respectivamente, ¿cuál es el tamaño de la fuerza que se debe ejercer sobre el émbolo de área menor para levantar una masa de 1000 Kg? R =

16. Un niño juega con una pelota de plástico en una piscina, la cual sumerge aplicando una fuerza con su mano verticalmente hacia abajo. Esta se le resbala y asciende rápidamente hacia la superficie, saliendo de ella elevándose una pequeña altura y luego cae quedando flotando sobre el agua. En la descripción anterior están participando las siguientes fuerzas parciales: el peso de la pelota, el empuje del agua y la fuerza aplicada por el niño. Realice una descripción cualitativa de las fuerzas parciales y de la fuerza neta durante todo el movimiento de la pelota.

9/

Instituto Nacional
Física
Prof.: Aldo Scapini G. Ref: 4°Plan Común

17. Un cilindro metálico tiene una base cuya área es de 10 cm^2 y una altura de 8 cm. Este cilindro flota en el mercurio sumergido 6 cm, quedando de él 2 cm sobre la superficie del mercurio (según figura adyacente).nota: La densidad del mercurio es 13,6 veces la densidad de agua.



a) ¿Qué valor tiene el empuje ascendente sobre el cilindro?. Nota g = 10 m/s^2.
b) ¿Cuál es el valor del peso del cilindro?
c) ¿Cuál es el valor de la densidad del cilindro?

R: a) 8,16 N. b) 8,16 N. c) 10,2 gr/cm^3.

18. Una sonda climatológica opera a una altitud donde el aire tiene una densidad de 0,9 kg/m^3. A esta altura la sonda tiene un volumen de 20 m^3, si se llena con hidrógeno cuya densidad es de 0,09 Kg/m^3. y la bolsa de la sonda pesa 118 N,
¿qué carga puede transportar hasta la altura anterior? (Nota g = 9,8 m/s^2)

R: E = 176 N
Peso de 20 m^3 de hidrógeno es de 17,6 N ($P_H = \rho_H g V$)
La carga transportada es 40,4 N ($P_s = E - P_H - P_b$)

19. Una esfera de hierro de 3 cm de radio se deja caer en un estanque lleno de agua. ($4/3\ \pi R^3$ = volumen de una esfera) Determine:

a) El peso de la esfera, sabiendo que la densidad del hierro es de 7,85 gr/cm^3
b) Calcule el empuje aplicado a la esfera
c) Calcule la fuerza neta o resultante
d) ¿Cuál será la aceleración de la esfera en el interior del agua?

20. Un bloque de madera de 0,6gr/cm^3 de densidad y dimensiones 80 cm*10 cm*5 cm flota en el agua. Calcule la fracción de volumen que permanece sumergida.

21. Un flotador de corcho tiene un volumen de 10 cm^3 y una densidad de 0,7 *10^3 kg/m^3.

a) ¿Cuál es la densidad del corcho?
b) ¿Qué volumen del corcho está por debajo de la superficie cuando este flota en equilibrio estático?
c) ¿Qué fuerza es necesario ejercer hacia abajo para sumergir el corcho completamente?

10