TEMA Nº 3. HIDROSTÁTICA

1.- **Define fluidos**

Respuesta:

Fluido es todo cuerpo que tiene la propiedad de fácil movilidad por lo que carece de rigidez y elasticidad, y en consecuencia cuando una fuerza actúa sobre él cambia su forma y se adapta perfectamente a la del recipiente que lo contiene.

Los fluidos se clasifican, según las fierzas de unión entre sus moléculas, en:

a) Líquidos
b) Gases

2.- **¿Cuál es la razón de que los sólidos no se incluyan en el campo de los fluidos?**

Respuesta:

El estado sólido de la materia se caracteriza por una *estructura rígida* y *muy definida* en donde las *fuerzas de cohesión* entre sus átomos o moléculas es *muy fuerte*.

3.- **¿Es lo mismo densidad que viscosidad?**

Respuesta:

NO

La densidad es una *magnitud* que relaciona la *masa* de un cuerpo con el *volumen* de dicho cuerpo. La *viscosidad* es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras. Es la oposición de un *fluido a deformarse*.

4.- ¿Es lo mismo densidad absoluta que densidad relativa? ¿La densidad relativa tiene unidades?

Respuesta:

NO es lo mismo

La densidad absoluta es la relación que existe entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa el mismo.

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

Su unidad en el S.I. es:

$$\frac{kg}{m^3} = Kg/m^3$$

La densidad relativa es la relación entre la densidad absoluta de una sustancia y la densidad de otra sustancia que se toma como patrón.

$$d_r = \frac{d_{absoluta}}{d_{medio}}$$

Para los sólidos y líquidos el medio tomado como referencia es el *agua*. Para los gases es el *aire*.

Las unidades de la densidad relativa:

$$d_{absoluta} = \frac{Kg}{m^3} \quad ; \quad dm = \frac{Kg}{m^3}$$

$$dr = \frac{\frac{Kg}{m^3}}{\frac{Kg}{m^3}} = 1$$

La densidad relativa *NO TIENE UNIDADES*.

5.- **Establece las unidades de la Presión**

Respuesta:

Debemos establecer la Ecuación de Dimensiones de la Presión.

La Presión se defne como la fuerza apicada por unidad de superficie. **Su ecuación:**

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

Su Ecuación de Dimensiones:

$$[P] = \frac{[F]}{[S]} \quad (1)$$

$[S] = L . L = L^2$

Ecuación de dimensiones de la Fuerza:

$$F = m . a \quad ; \quad [F] = [M] . [a] \quad (2)$$

$[M] = M$

$$a = \frac{V}{t} \quad ; \quad [a] = \frac{[V]}{[T]} \quad (3)$$

[T] = T

$$V = \frac{e}{t} \quad ; \quad [V] = \frac{[L]}{[T]} \quad (4)$$

[L] = L ; [T] = T nos vamos a (4) → $[V] = \frac{L}{T} = L \cdot T^{-1}$

Nos vamos a (3):

$$[a] = \frac{L \cdot T^{-1}}{T} = L \cdot T^{-2}$$

Nos vamos a (2):

$$[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

Nos vamos a (1):

$$[P] = \frac{M \cdot L \cdot T^{-2}}{L^2}$$

En el S.I.:

$$[P] = \frac{Kg \cdot m \cdot s^{-2}}{m^2}$$

Recordar que en Dinámica se establecio que:

$$Kg \cdot m \cdot s^{-2} = Kg \cdot m/s^2 = Newton\ (N)$$

Luego la unidad de presión en el S.I.:

$$\frac{N}{m^2}$$

La relación:

N/m^2 se conoce con el nombre de pascal (Pa)

Existen otras unidades de presión tales como:

a) **La *atmósfera física* (atm)**

Se define como la *presión que ejerce sobre su base* una columna de mercurio de *760 mm de altura*.

1 atm = 101325 Pa

b) **La *atmosfera técnica* (at o Kp/cm^2)**

Es la *presión* ejercida por la fuerza de un *Kilopondio* sobre una superficie de *1 cm^2*.

La equivalencias entre estas unidades de presión son:

1 at = 1 Kp/cm^2 = $9,8 \cdot 10^4$ Pa

1 atm = 1,013 at = 1,013 Kp/cm^2

c) **El *"bar"*. Equivale a 1 at**

d) **El *"milibar"*. Es la milésima parte de 1 bar**

6.- ¿Sabrías demostrar la equivalencia:

1 at = $9,8 \cdot 10^4$ Pa

Respuesta:

Sabemos que:

$$1\ at = \frac{1\ Kp}{cm^2} \quad ; \quad 1\ Pa = \frac{N}{m^2}$$

Conocemos el punto de partida y el punto de llegada:

Recordemos:

1 Kp = 9,8 N

$1\ m^2 = 10000\ cm^2 = 10^4\ cm^2$

Luego:

$$1\ at = \frac{\cancel{Kp}}{\cancel{cm^2}} \cdot \frac{9,8\ N}{1\ \cancel{Kp}} \cdot \frac{10^4\ \cancel{cm^2}}{1\ m^2} = \frac{9,8 \cdot 10^4\ N}{1\ m^2} = \mathbf{9,8 \cdot 10^4\ Pa}$$

7.- **¿Te explicas porqué se utilizan raquetas para andar por la nieve?**

Respueta:

***Si*, está muy claro.**

Cuando andamos por la nieve, la fuerza que ejercemos sobre la misma es nuestro peso, independientemente de andar con botas o con raquetas. Pero las botas y las raquetas si intervienen en el proceso. Cuando andámos con botas ejercemos una presión por nuestro peso sobre una superficie de nieve equivalente a la superficies de las suelas de nuestras botas. Esta claro que las *raquetas tienen mayor superficie* que las *botas*, la relación *F/S* quedaría de la forma:

$$P_{botas} = \frac{P}{S_{botas}} \quad ; \quad P_{raquetas} = \frac{P}{S_{raquetas}}$$

$$S_{raquetas} > S_{botas}$$

A igualdad de numerador al ser mayor la $S_{raquetas}$ la *presión* que ejercemos sobre la nieve es *menor* y nos *hundimos menos* en la nieve.

8.- ¿Por qué los vehículos todoterreno y las excavadoras no se atascan en terrenos blandos?

Respuesta:

Los vehículos todoterreno tienen unos neumáticos muy anchos por lo que al aumentar la superficie de contacto entre el vehículo y el suelo la *apresión es menor* y se hunden menos en el barro y pueden seguir circulando.

9.- Explica cómo varía la presión que actúa sobre una superficie cuando:
a) Se duplica la superficie.
b) Se reduce la fuerza a la mitad.

Respuesta:

a) **Basandonos en que** $P = \dfrac{F}{S}$

Si *duplica la supeficie* la presión será *dos veces menor:*

$$P = 8\ N/\ 2\ m^2 = 4\ N/m^2 \rightarrow P = 8\ N/4\ m^2 = 2\ N/m^2$$

b) **Basandono en la ecuación anterior**
Al *disminuir la fuerza en la mitad* la presión se hará dos *veces menor:*

$$P = 8\ N/2\ m^2 = 4\ N/m^2 \rightarrow P = 4\ N/2\ m^2 = 2\ N/m^2$$

Por las calles voy dejando
algo que voy recogiendo:
pedazos de vida mía
venidos desde muy lejos
Voy alado a la agonía
arrastrándome me veo
en el umbral, en el fundo
latente de nacimiento

10.- ¿Presión y Presión Hidrostática son la misma magnitud?

Respuesta

Son *la misma magnitud*, es decir, efecto de una fuerza sobre una superficie:

$$P = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Cuando se habla de *Presión* el concepto es mucho más amplio (el origen de la fuerza ejercida puede ser vario) que cuando hablamos de *Presión Hidrostática*. La *Presión Hidrostática* es la ejercida por un *líquido*.

Para poder obtener una presión hidrostática debemos conocer la densidad del líquido que la produce. La ecuación (1) toma la forma:

F = Fuerza → F = P (del líquido) = $m_{líquido} \cdot g$
S = Superficie

Luego:

$$P = \frac{P_{líquido}}{S_{líquido}} = \frac{m_{líquido} \cdot g}{S_{liquido}} \quad (2)$$

$$d_{líquido} = \frac{m_{liquido}}{V_{líquido}} \rightarrow m_{líquido} = d_{líquido} \cdot V_{líquido}$$

$$V_{líquido} = S_{líquido} \cdot h_{líquido}$$

Nos vamos a (2):

$$P = \frac{d_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot g}{S_{líquido}}$$

$$P = \frac{d_{líquido} \cdot \cancel{S_{líquido}} \cdot h_{líquido} \cdot g}{\cancel{S_{líquido}}}$$

$$\boxed{P_{Hidrostática} = d_{líquido} \cdot h_{líquido} \cdot g}$$

11.- **Torricelli determino que la presión atmosférica es equivalente a la presión ejercida, sobre su base, una columna de mercurio de 760 mm de alto. Si hubiera utilizado AGUA en vez de mercurio ¿cuál sería la altura de la columna de agua?.**

Respuesta:

Recordemos que 1 atm = 101325 Pa = $101325 \cdot \frac{N}{m^2}$

Se acaba de demostrar que:

$$P = d_{líquido} \cdot h_{líquido} \cdot g$$

Si trabajamos en el S.I. de unidades nos podemos olvidar de estas, operar con los números, y añadir la unidad correspondiente a la magnitud calculada en el S.I. Pero debemos trabajar con números y unidades:

$$D_{agua} = 1 \cdot \frac{g}{cm^3} = 1 \cdot \frac{\cancel{g}}{\cancel{cm^3}} \cdot \frac{1\ kg}{1000\ \cancel{g}} \cdot \frac{1000000\ \cancel{cm^3}}{1\ m^3} = 1000\ Kg/m^3$$

$$101325 \frac{N}{\cancel{m^2}} = 1000 \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot h_{agua} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$101325\ \cancel{Kg} \cdot \frac{\cancel{m}}{\cancel{s^2}} = 1000 \cdot \frac{\cancel{kg}}{m} \cdot h_{agua} \cdot 9,8 \cdot \frac{\cancel{m}}{\cancel{s^2}}$$

$$101325 = 1000 \cdot \frac{1}{m} \cdot h_{agua} \cdot 9{,}8$$

$$101325\ m = 9800\ h_{agua} \ ; \ \ hagua = \frac{101325\ m}{9800}$$

$$H_{agua} = 10{,}34\ m$$

12.- **¿Puede una fuerza pequeña producir una presión grande? ¿Y una fuerza grande puede originar una presión pequeña? Justifica la respuesta aplicando el concepto de presión.**

Respuesta:

Sabemos que:

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

Si la fuerza es *pequeña* para que la presión sea grande la fuerza debe ser aplicada a una *superficie pequeña*.

Una fuerza *grande* aplicada a una *superficie muy grande* produce una *presión muy pequeña*.

13.- **Determina la presión que ejerce un esquiador de 70 kg de masa sobre la nieve, cuando calza unas botas cuyas dimensiones son 30 x 10 cm. ¿Y si se coloca unos esquíes de 190 x 12 cm?**

Resolución:

a) Sobre sus botas:

Superficie de las botas: $30\ cm \cdot 10\ cm = 300\ \cancel{cm^2} \cdot 1\ m^2 / 10000\ \cancel{cm^2} =$

$$= 0{,}03\ m^2$$

Superficie total = 2 botas . 0,03 m^2/bota = *0,06 m^2*

Peso del esquiador:

P = m . g = 70 Kg . 9,8 m.s^{-2} = *686 N*

P = F/S = P/S* = 686 N / 0,06 m^2 = *11433,3 N/m^2* = *11433,3 Pa

b) Sobre sus esquíes:

S = 90 cm^2 x 12 cm^2 = 1080 $\cancel{cm}^2$. 1 m^2/ 10000 $\cancel{cm}^2$ = 0,1080 m^2

Como son dos esquíes, la superficie total será:

S_T = 2 ~~esquíes~~ . 0,1080 m^2 /~~esquíes~~ = 0,2160 m^2

P = Peso/S* = 686 N / 0,216 m^2 = 3175,9 N/m^2 = *3175,9 Pa

***14.-* ¿Cómo se define 1 atmósfera?. A partir de la definición de atmósfera, halla la equivalencia entre atmósfera y Pascal, sabiendo que la densidad del mercurio es 13,6 g/cm^3.**

Resolución:

La atmósfera es la presión que ejerce, sobre su base y al nivel del mar, una columna de Mercurio de 760 mm de altura.

1 Pa = N/m^2

d_{Hg} = (13,6 $\cancel{g}$/$\cancel{cm}^3$) . (1Kg/1000 $\cancel{g}$) . (1000000 $\cancel{cm}^3$/1m^3) = *13600 Kg/m^3*

h = 760 $\cancel{mm}$. (1 m/ 1000 $\cancel{mm}$) = *0,760 m*

$$\text{Presión} = \frac{\text{peso}}{S} = \frac{m \cdot g}{S} \quad (1)$$

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

Volvmos a (1):

$$\text{Presión} = \frac{d \,.\, V \,.\, g}{S} \quad (2)$$

V = Área de la base . altura = S . h

Volvemos a (2):

$$\text{Presión} = \frac{d \,.\, \cancel{S} \,.\, h \,.\, g}{\cancel{S}} = d_{Hg} \,.\, h \,.\, g \;\rightarrow\; \boxed{P = d \,.\, h \,.\, g}$$

$$1\ atm = (13600\ Kg/m^3) \,.\, 0{,}760\ m \,.\, 9{,}8\ m.s^{-2} =$$

$$= 13600 \,.\, 0{,}76 \,.\, 9{,}8 \,.\, Kg/m^3 \,.\, m \,.\, m \,.\, s^{-2} =$$

$$= 101292{,}8\ \boxed{Kg \,.\, m \,.\, s^{-2}} \,.\, \cancel{m} / m^{\cancel{3}} = 101292{,}8\ N/m^2 =$$

$$= 101292{,}8\ Pa$$

15.- **Calcula la presión ejercida sobre el suelo por un bloque de 25 kg de masa, si la superficie sobre la que se apoya tiene 80 cm^2.**
(Autor enunciado: A. Caballero Peiró. Resolución A. Zaragoza)

Resolución:

$$S = 80\ \cancel{cm^2} \,.\, (1\ m^2/10000\ \cancel{cm^2}) = 0{,}0080\ m^2$$

$$P = F/S = Peso/S = m \,.\, g /S = (25\ Kg \,.\, 9{,}8\ m.s^{-2})/\ 0{,}0080\ m^2 =$$

$$= 30625\ N/m^2 = 30625\ Pa$$

16.- **Suponiendo que la densidad del agua del mar es 1,03 g/cm^3, ¿a qué profundidad hay una presión de 2 atmósferas?**

Resolución:

$$d_{agua\ mar} = (1{,}03\ \cancel{g}/\cancel{cm^3})\ .\ (1\ Kg/1000\ \cancel{g})\ .\ (1000000\ \cancel{cm^3}/1\ m^3) =$$

$$= \mathit{1030\ Kg/m^3}$$

$$P = 2\ \cancel{atm}\ .\ \frac{101292{,}8\ Pa}{1\ \cancel{atm}} = 202585{,}6\ Pa = \mathit{202585{,}6\ N/m^2}$$

$$P = d_{aguamar}\ .\ g\ .\ h\ \ ;\ \ h = P/d_{aguamar}\ .\ g =$$

$$h = \frac{202585{,}6}{1030}\ .\ 9{,}8 = \mathit{1927{,}5\ m}$$

La demostración de la unidad de altura, el metro, se nos escapa a este nivel.De todas formas para aquellos que estén interesados la demostramos:

Trabajamos solo con unidades y en e S.I.

$$Altura = \frac{Presión}{Densidad\ .\ g} = \frac{\frac{N}{m^2}}{\frac{Kg}{m^3}\ .\ \frac{m}{s^2}} = \frac{N\ .\ \cancel{m^3}\ .\ s^2}{Kg\ .\ \cancel{m}\ .\ \cancel{m^2}} =$$

$$= \frac{N\ .\ s^2}{Kg} = \frac{Kg\ .\ \frac{m}{\cancel{s^2}}\ .\ \cancel{s^2}}{Kg} = \frac{\cancel{Kg}\ .\ m}{\cancel{Kg}} = \mathit{m}$$

Jornaleros que habéis cobrado en plomo
sufrimientos, trabajos y dineros.
cuerpos de sometido y alto lomo:
jornaleros.

17.- **¿Qué fuerza soporta una persona de 110 dm^2 de superficie, sumergida en una piscina a 3 metros de profundidad?. Supón que la densidad del agua es $1 g/cm^3$.**

Resolución:

$$S = 110\ \cancel{dm^2} \cdot (1\ m^2 / 100\ \cancel{dm^2}) = \mathit{1{,}10\ m^2}$$

h = 3 m

$$d_{agua} = (1\ \cancel{g}/\cancel{cm^3}) \cdot (1\ Kg/1000\ \cancel{g}) \cdot (1000000\ \cancel{cm^3}/m^3) = 1000\ Kg/m^3$$

$P = F / S$; **F = P . S (1)**

Calculemos la presión a dicha profundidad:

$$P = d_{agua} \cdot g \cdot h \quad ; \quad P = (1000\ Kg/m^3) \cdot 9{,}8\ \cancel{m} \cdot s^{-2} \cdot 3\ \cancel{m} =$$

$$= 29400 \cdot \frac{Kg}{m \cdot s^2} = 29400 \cdot \frac{\dfrac{N}{m/s^2}}{m \cdot s^2} = \frac{\dfrac{N \cdot s^2}{m}}{m \cdot s^2} = \frac{N \cdot \cancel{s^2}}{m \cdot m \cdot \cancel{s^2}} =$$

$$= \mathit{29400\ N/m^2}$$

Volviendo a (1):

$$F = (29400\ N/\cancel{m^2}) \cdot 1{,}10\ \cancel{m^2} = 32340\ N$$

18- **El tapón de una bañera es circular y tiene 5 cm de diámetro. La bañera contiene agua hasta una altura de 40 cm. Calcula la presión que ejerce el agua sobre el tapón y la fuerza vertical que hay que realizar para levantarlo.**

Resolución:

Área del circulo = $\pi \cdot r^2$

$r = ½$ Diametro $= ½ \cdot 5\ cm = 2{,}5\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) =$ *0,025 m*

Área $= 3{,}14 \cdot (0{,}025\ m)^2 = 0{,}0019\ m^2 =$ S

dagua $= 1\ \cancel{g}/\cancel{cm^3} \cdot 1\ Kg/1000\ \cancel{g} \cdot 1000000\ \cancel{cm^3}/1\ m^3 =$ *1000 Kg/m³*

$h = 40\ \cancel{cm} \cdot 1\ m / 100\ \cancel{cm} =$ *0,40 m*

Calculemos la presión sobre el tapón a esa profundidad:

P = dagua . h . g* ; P $= 1000\ Kg/m^3 \cdot 0{,}40\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} =$ *3920 N/m²

Sabemos que:

P = F / S* ; *F = P . S* ; *F* $= 3920\ N/m^2 \cdot 0{,}0019\ m^2 =$ *7,45 N

Este es el valor de la fuerza que actúa sobre el tapón vertical y hacia abajo.

El valor de la fuerza que debemos ejercer para levantar el tapón debe ser *F > 7,45 N* vertical y hacia arriba. Si ejercemos una fuerza de 7,45 N lo que estamos estableciendo es un estado de equilibrio en donde $\sum F = 0$

***19.-* Calcular la altura que debe alcanzar un aceite en un recipiente para que, en el fondo del mismo, la presión sea igual a la debida a una columna de 0,15 m de mercurio.**
La densidad del aceite es 810 kg/m³ y la del mercurio 13,6 g/cm³.

Resolución:

h = 0,15 m (Hg)

$d_{Hg} = 13{,}6\ \cancel{g}/\cancel{cm^3} \cdot 1\ Kg/1000\ \cancel{g} \cdot 1000000\ \cancel{cm^3}/1\ m^3 = 13600\ Kg/m^3$

$P_{Hg} = d_{Hg} \cdot h \cdot g$

$P_{Hg} = 13600\ Kg/m^3 \cdot 0{,}15\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} =$ *19992 N/m²*

Para el aceite → $P_{Hg} = P_{aceite}$

$P_{aceite} = d_{aceite} \cdot h \cdot g$; $h_{aceite} = P_{aceite} / d_{aceite} \cdot g$

$h_{aceite} = (19992\ N/m^2) / (810\ Kg/m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}) = 2{,}51\ m$

20.- **Se vierte agua y un aceite en un tubo en U y se observa que las alturas que alcanzan los líquidos son: 5 cm el agua y 5,9 cm el aceite. Sabiendo que la densidad del agua es 1 g/cm^3 , ¿Cuál es la densidad del aceite?.**

Resolución:

En el tubo en U se debe cumplir que $P_{agua} = P_{aceite}$

$$d_{agua} \cdot h_{agua} \cdot g = d_{aceite} \cdot h_{aceite} \cdot g \quad (1)$$

$h_{agua} = 5\ cm \cdot 1\ m/100cm = 0{,}05\ m$

$dagua = (1\ \cancel{g}/\cancel{cm^3}) \cdot (1\ Kg/100\cancel{0}\ g) \cdot (100000\cancel{0}\ cm^3/ 1\ m^3) = 1000\ Kg/m^3$

$h_{aceite} = 5{,}9\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0{,}059\ m$

Con estos datos nos vos a la ecuación (1):

$$1000\ Kg/m^3 \cdot 0{,}05\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = d_{aceite} \cdot 0{,}059\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}$$

$$50\ Kg/m2 = d_{aceite} \cdot 0{,}059\ m$$

$$d_{aceite} = 50\ (Kg/m2) / 0{,}059\ m = 847{,}45\ Kg/m^3$$

21.- **Los submarinos pueden sumergirse hasta unos 200 metros de profundidad. A) Calcula la presión que soportan las paredes de un submarino debido al peso del agua. B) Determina la fuerza que actúa sobre una escotilla de 1 m^2 de área.**
Dato: dmar = 1025 Kg/m^3

Resolución:

h = 200 m
$d_{aguamar}$ = 1025 Kg/m^3

a) $P = d_{aguamar} \cdot h \cdot g$ = 1025 K/m^3 . 200 m . 9,8 m.s^{-2} =

= 2009000 N/m^2 = ***2009000 Pa***

b)
$P = F / S$; $F = P \cdot S$; F = 2009000 N/m^2 . 1 m^2 =

= ***2009000 N***

Problema Propuesto

Los restos del *Titanic* se encuentran a una profundidad de 3800 m. Si la densidad del agua del mar es de 1,03 g/cm3, determina la presión que soporta debida al agua del mar.
Sol: 38357200 Pa

Problema Propuesto

Una bañera contiene agua hasta 50 cm de altura. A) Calcula la presión hidrostática en el fondo de la bañera. b) Calcula la fuerza que hay que realizar para quitar el tapón de 28 cm^2 de superficie, situado en el fondo de la bañera.
Sol: a) 4900 Pa; b) 13,7 N

Problema Propuesto

Calcula la presión hidrostática que se ejerce sobre el fondo de un depósito en la que el agua alcance 40 cm. de altura. Densidad del agua = 1000 kg/m^3 (Autor del enunciado: A. caballero Peiró)

22.- **¿Qué diferencia de presión existe entre dos puntos situados, respectivamente, a 20 y a 35 cm, por debajo del nivel del agua?** **(Autor del enunciado: A. Caballero Peiró. Resolución: A. Zaragoza)**

Resolución:

A 20 cm de profundidad:

h = 20 $\cancel{cm}$. (1 m/ 100 $\cancel{cm}$) = 0,20 m

d_{agua} = 1000 Kg/m^3

$P_{20} = d_{agua} \cdot h \cdot g = 1000\ Kg/m^3 \cdot 0{,}20\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 1960\ N/m^2$

A 35 cm de profundidad:

$h = 35\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0{,}35\ m$

$d_{agua} = 1000\ Kg/m^3$

$P_{35} = d_{agua} \cdot h \cdot g = (1000\ Kg/m^3) \cdot 0{,}35\ m \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 3430\ N/m^2$

Luego la diferencia de presión será:

$\Delta P = P_{35} - P_{20} = 3430\ N/m^2 - 1960\ N/m^2 = 1470\ N/m^2 = 1470\ Pa$

Problema Propuesto
¿Qué altura debe tener una columna de alcohol de densidad 800 kg/m^3 para ejercer la misma presión que una columna de mercurio de 10 cm de altura y una densidad de 13600 kg/m^3?
(Autor del enunciado: A. Caballero Peiró)

23.- **En una prensa hidráulica, el pistón menor tiene una superficie de 0'05 m^2, y el mayor, de 0'8 m^2. Sobre el menor se aplica una fuerza de 550 N. ¿Qué fuerza es comunicada al pistón mayor?** (Autor del enunciado: A. Caballero Peiró. Resolución: A. zaragoza)

Resolución:

$S_A = 0{,}05\ m^2$ (menor) — $F_A/S_A = F_B/S_B$

$S_B = 0{,}8\ m^2$ (mayor) — $F_B = F_A \cdot S_B / S_A$ SA

$F_A = 550\ N$ — $F_B = 550\ N \cdot 0{,}8\ m^2 / 0{,}05\ m^2 = 8800\ N$

24.- **Un elevador hidráulico consta de dos émbolos de sección circular de 3 y 60 cm de radio, respectivamente. ¿Qué fuerza hay que aplicar sobre el émbolo menor para elevar un objeto de 2000 kg de masa colocado en el émbolo mayor?**

Resolución:

Émbolo pequeño:

$r_A = 3\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0{,}03\ m$

$S_A = \pi \cdot r^2 = 3{,}14 \cdot (\ 0{,}03\ m)^2 = 0{,}0028\ m^2$

Émbolo grande:

$r_B = 60\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0{,}60\ m$

$S_B = \pi \cdot r^2 = 3{,}14 \cdot (0{,}60\ m)^2 = 1{,}13\ m^2$

F_B = Peso del cuerpo = $m \cdot g = 2000 \cdot 9{,}8\ kg \cdot m.s^{-2} = 19600\ N$

Ecuación de la prensa hidráulica:

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

$F_A = F_B \cdot (S_A / S_B)$; $F_A = 19600\ N \cdot (0{,}0028\ \cancel{m^2} / 1{,}13\ \cancel{m^2}) = 48{,}56\ N$

25.- **Asocia el concepto de Flotabilidad con el Principio de Arquímedes**

Respuesta:

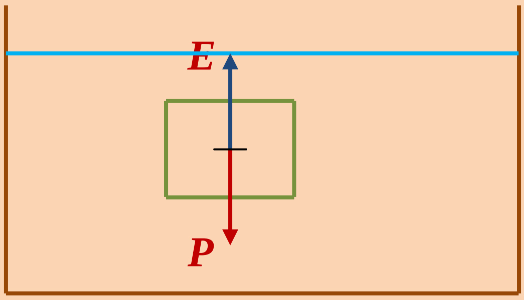
Flotabilidad.- **La flotabilidad es la capacidad de un cuerpo para sostenerse dentro de un fluido.**

Flotabilidad.- **Se denomina flotabilidad a la capacidad que ostenta un cuerpo de mantenerse dentro de un fluido.**

Principio de Arqímedes.- **Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo**

Entre el concepto de ***flotabilidad*** **y el** ***Principio de Arquímedes*** **hay una línea que no queda definida.**

Según las definiciones nos podemos encontrar con la siguiente situación:



Si se cumple la condición:

E = P

El cuerpo quedaría en la misma posición dentro del líquido porque se ha alcanzado un *equilibrio de fuerzas*.

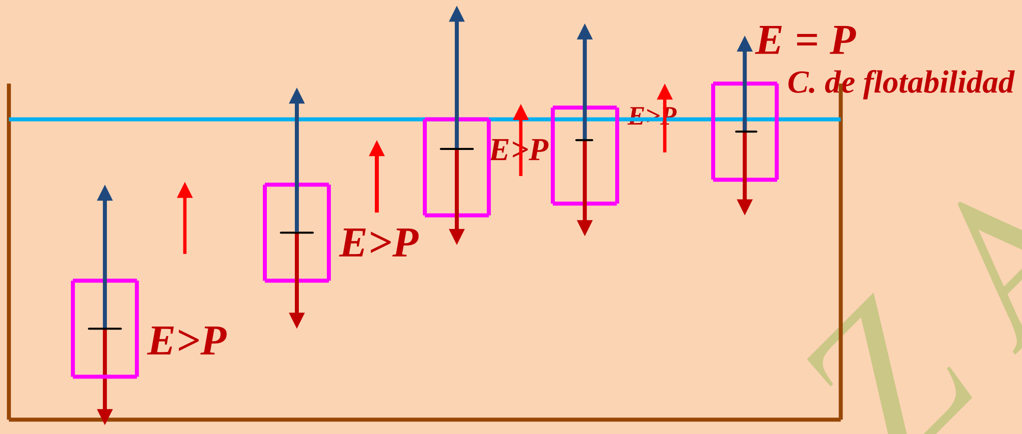
Cuando se habla de *flotabilidad* mi imaginación me presenta un cuerpo *parte sumergido* en el líquido y *parte emergída* del líquido. Esta situación pienso que no se contempla en los conceptos establecidos tal y como están expuestos. Hay que introducir unos pequeños arreglos para entender lo que es la flotabilidad.

Hay que buscar la condición que explique lo que mi imaginación determina:

El *Principio de Arqímedes* también se puede enunciar de la forma:

***Si el Empuje es mayor que el Peso del cuerpo, este sube hacia la superficie hasta que se establezca la condición de equilibrio entre fuerzas (E = P).* Por ello los cuerpos que flotan no salen volando.**

A medida que el cuerpo va *emergiendo* el valor del *Empuje* va *disminuyendo*, *puesto que el agua desalojada va siendo menor*, hasta que se *iguale* al peso del cuerpo. El esquema sigiente intenta explicar lo dicho:



La ***CONDICIÓN DE FLOTABILIDAD*** **implica** ***una parte sumergida*** **del cuerpo en el líquido y** ***una parte emergida del cuerpo*** **en el líquido.**

Existe lo que se llama la línea de flotabilidad que es la línea formada por la intersección del plano formado por la superficie del agua con el casco de un barco; separando la parte sumergida de la que no lo está.

Es en la línea de flotabilidad donde se establece la condición de flotabilidad:

$$E = P$$

26.- **Sabemos que un cuerpo flota cuando su Peso es inferior al Empuje (fuerza) al que se ve sometido por el fluido. ¿Como podemos traducir la flotabilidad en función de las densidades del sólido y del fluido que lo contiene?.**

Resolución:

El fluido tiene una densidad d_1

El sólido tiene una densidad d_2

El peso del cuerpo:

$P = m_2 \cdot g$ **(1)**

$$d_2 = \frac{m_2}{V_2} \; ; \quad m_2 = d_2 \cdot V_2$$

Llevamos m_2 a la ecuación (1):

$$P = d_2 \cdot V_2 \cdot g$$

El empuje que produce el fluido es igual al peso del volumen de líquido desalojado:

E = Peso del volumen de fluido desalojado

$$E = m_1 \cdot g \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{m_1}{V_1} \; ; \quad m_1 = d_1 \cdot V_1$$

Llevamos m_1 a (2):

$$E = d_1 \cdot V_1 \cdot g$$

La condición de flotabilidad:

El Empuje debe ser mayor que el peso del cuerpo

$$E > P$$

Sustituyendo:

$$d_1 \cdot V_1 \cdot g > d_2 \cdot V_2 \cdot g \quad (3)$$

El *volumen del fluido desalojado* es el mismo que *el volumen del cuerpo sumergido* ($V_1 = V_2$). La gravedad, g, es la misma para el cuerpo y para el fluido. Por lo tanto en la ecuación (3) podemos eliminar términos comunes:

$$d_1 \cdot \cancel{V_1} \cdot \cancel{g} > d_2 \cdot \cancel{V_2} \cdot \cancel{g}$$

Nos quedaría:

$$d_1 > d_2$$

que se traduce en:

"Para que un cuerpo flote en un fluido la densidad del fluido debe ser mayor que la del cuerpo"

27.- **¿Qué ocurrirá con un trozo de hielo en el agua del mar, se hundirá o flotará?**

Resuesta:

Datos:
d_{hielo} **= 920 kg/m3**
$d_{agua\ de\ mar}$ **= 1030 kg/m3**

Se ha demostrado que para que un sólido flote en el agua de mar se debe cumplir la condición de que la densidad del sólido sea inferior a la densidad del agua de mas. En función de los datos aportados *el hielo flotará en el agua de mar*.

28.- **¿Cuál de las siguientes condiciones debe cumplir un cuerpo sólido para que flote cuando se introduce en un líquido?**
a) La densidad del sólido debe ser mayor que la del líquido
b) La densidad del líquido debe ser mayor que la del sólido.
c) La densidad del sólido debe ser igual que la del líquido.
d) Las densidades de ambos deben ser menores que las del agua.

Respuesta

La condición verdadera es la b)

29.- Los cocodrilos comen piedras con el fin de controlar su línea de flotación, manteniendo la mayor parte posible de su cuerpo sumergida y, así, poder camuflarse. ¿Qué principio físico aplican?

Respuesta:

Cuando el cocodrilo se ha alimentado y quiere echarse una siesta tiene un problema, resulta que su línea de flotabilidad deja mucho cuerpo en el exterior del agua y tienen peligro frente a los cazadores. En estas condiciones se cumple el principio de Arquímedes hasta que se cumpla que E = P.

Para quedar más camuflados la línea de flotabilidad debe dejar menor parte del cocodrílo expuesta a los cazadores. Para ello comen piedras, su peso aumenta, se desaloja mayor cantidad de agua y el empuje aumenta llegando a la situación de E = P pero ya no son tan visibles.

Hay una serie denominada "Los cazadores del pantano" que es muy ilustrativa para estas cuestiones.

30.- Explica, en función de sus densidades, qué condiciones han de cumplirse para que un cuerpo sumergido en un fluido: flote, se hunda o se mantenga en equilibrio.
Datos: $d_{agua} = 1\ g/cm^3$; $g = 9,8\ m/s^2$

Respuesta:

Para que *flote* el *empuje debe ser mayor* que el *peso del cuerpo*. La *densidad del cuerpo* debe *ser menor* a la densidad del agua.

Para que se hunda el *empuje* debe ser *menor* que el peso del cuerpo. La *densidad del cuerpo* debe *ser mayor* que la densidad del agua.

Mantenerse en equilibrio en el interior del agua se cumplirá cuando el *empuje* y el *peso sean iguales* lo que se traduce en que sus *densidades sean iguales*.

31.- **Un trozo de mineral pesa 0,32N en el aire y 0,20 N sumergido en agua. Calcula su volumen, en cm^3, y su densidad. La densidad del agua es $1 g/cm^3$.**

Resolución:

$P_{real} = 0,32\ N$
$P_{aparente} = 0,20\ N$

Sabemos que : $P_{aparente} = P_{real} - E \quad (1)$

Tambien sabemos que: $E = d_{agua} \cdot V_{agua} \cdot g$

Si despejamos el E de (1) podremos conocer el V_{agua} desalojada que es ***igual al volumen del cuerpo sumergido*****. Vamos a ello:**

De (1) $E = P_{real} - P_{aparente} = 0,32\ N - 0,20\ N = 0,12\ N$

Recordemos: $E = d_{agua} \cdot V_{agua} \cdot g \quad (2)$

$d_{agua} = (1\ g/cm^3) \cdot (1\ Kg/1000g) \cdot (1000000\ cm^3/1\ m^3) = 1000\ Kg/m^3$

De (2): $V_{agua} = E / d_{agua} \cdot g =$

$= 0,12\ N / (1000\ Kg/m^3 \cdot 9,8\ m.s^{-2}) = 1,22 \cdot 10^{-5}\ m^3$

$= 1,22 \cdot 10^{-5}\ m^3 \cdot 1000\ dm^3/ 1\ m^3 \cdot 1\ L/ dm^3 =$

$= 1,22 \cdot 10^{-2}\ L$

Como dijimos: $V_{agua} = V_{cuerpo} \rightarrow V_{cuerpo} = 0,0122\ L = 12,2\ cm^3$

32.- **Una piedra de 0,5 kg de masa tiene un peso aparente de 3 N cuando se introduce en el agua. Halla el volumen y la densidad de la piedra.**
dagua = 1000 Kg/m^3

Resolución:

DATOS:
m_{piedra} = 0,5 Kg
$P_{aparente}$ = 3 N

Recordemos: $P_{aparente} = P_{real} - E$

$0,3\ N = m \cdot g - E$; $0,3\ N = 0,5\ Kg \cdot 9,8\ m.s^{-2} - E$

$E = 4,9\ N - 0,3\ N = 4,6\ N$

$E = d_{agua} \cdot V_{agua} \cdot g$ (1)

Conocemos que: $d_{agua} = m_{agua}/V_{agua}$ (2)

Nos vamos a (1): $4,6\ N = m_{agua}/\cancel{V_{agua}} \cdot \cancel{V_{agua}} \cdot g$; $4,6\ N = m_{agua} \cdot g$

$m_{agua} = 4,6\ N / 9,8\ m.s^{-2} = 0,47\ Kg$

Nos vamos a (2): $1000\ Kg/m^3 = 0,47\ Kg / V_{agua}$

$V_{agua} = V_{cuerpo} = 0,47\ \cancel{Kg} / 1000\ \cancel{Kg}/m^3 = 0,47 \cdot 10^{-3}\ m^3$

Respecto a la densidad de la piedra:

$d_{piedra} = m_{piedra}/V_{piedra}$; ; $d_{piedra} = 0,5\ Kg / 0,47 \cdot 10^{-3}\ m^3 =$

$= 1063,8\ Kg/m^3$

33.- **Un cilindro de aluminio tiene una densidad de 2700 Kg/m³ y ocupa un volumen de 2 dm³, tiene un peso aparente de 12 N dentro de un líquido. Calcula la densidad de ese líquido.**

Resolución:

$d_{Al} = 2700\ Kg/m^3$

$V_{Al} = 2\ \cancel{dm^3} \cdot (1\ m^3/1000\ \cancel{dm^3}) = 0,002\ m^3$

$P_{aparenteAl} = 12\ N$

Recordemos: $\mathbf{P_{aparenteAl} = P_{realAl} - E}$

$$12\ N = m_{Al} \cdot g - D_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot g$$

$$12\ N = d_{Al} \cdot V_{Al} \cdot g - d_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot g$$

Volumen del cuerpo es igual al volumen del líquido desalojado

$$V_{Al} = V_{líquido}$$

$12\ N = 2700\ Kg/m^3 \cdot 0{,}002\ m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} - d_{líquido} \cdot 0{,}002\ m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}$

$12\ N = 52{,}92\ Kg \cdot m.s^{-2} - d_{líquido} \cdot 0{,}0196\ m^3 \cdot m.s^{-2}$

$12\ N = 52{,}92\ N - d_{líquido} \cdot 0{,}0196\ m^3 \cdot m.s^{-2}$

$d_{líquido} \cdot 0{,}0196\ m^3 \cdot m.s^{-2} = 52{,}92\ N - 12\ N$

$d_{líquido} = (52{,}92\ N - 12\ N) / 0{,}0196\ m^3 \cdot m.s^{-2}$

$d_{líquido} = (40{,}92\ Kg \cdot \cancel{m}.\cancel{s^{-2}} / 0{,}0196\ m^3) \cdot \cancel{m}.\cancel{s^{-2}}$

$\boldsymbol{d_{líquido} = 2087{,}75\ Kg/m^3}$

34.- **Una probeta contiene 5 cm^3 de agua. Al introducir un objeto en ella, marca 8 cm^3. ¿Cuánto pesa el agua desalojada por el objeto?. ¿A qué magnitud (:peso real, peso aparente o empuje) equivale?.**
La densidad del agua es 10^3 kg/m^3 La aceleración de la gravedad es 9,8 m/s^2 .

Resolución:

$Vo = 5\ \cancel{cm^3} \cdot (1\ m^3 / 1000000\ \cancel{cm^3}) = 5 \cdot 10^{-6}\ m^3$

$Vf = 8\ \cancel{cm^3} \cdot (1\ m^3/1000000\ \cancel{cm^3}) = 8 \cdot 10^{-6}\ m^3$

$\Delta V = V_{cuerpo} = 8 \cdot 10^{-6}\ m^3 - 5 \cdot 10^{-6}\ m^3 = 3 \cdot 10^{-6}\ m^3$

$$V_{cuerpo} = V_{aguadesalojada} = 3 \cdot 10^{-6}\ m^3$$

$$d_{agua} = m_{agua}/V_{agua} \quad ; \quad m_{agua} = d_{agua} \cdot V_{agua}$$

$$m_{agua} = (103\ Kg/\cancel{m^3}) .\ 3 .\ 10^{-6}\ \cancel{m^3} = 309 \cdot 10^{-6}\ Kg$$

$$P_{agua} = m_{agua} \cdot g \quad ; \quad P_{agua} = 309 \cdot 10^{-6}\ Kg \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 3{,}028 \cdot 10^{-3}\ N$$

Por definición: Empuje es igual al peso del volumen de líquido desalojado. Luego:

$$E = 3{,}028 \cdot 10^{-3}\ N$$

35.- **Tenemos una joya que nos han dicho que es de oro. Pesa 0,0490 N. Al sumergirla en agua su peso aparente es de 0,0441 N. ¿Es cierto lo que nos han dicho?. Razona la respuesta.**
Datos: r(agua) = 1000Kg/m^3 ; r(oro) = 19300 kg/m^3

Resolución:

$P_{real} = 0{,}0490\ N$
$P_{aparente} = 0{,}0441\ N$

$$P_{real} = P_{aparente} - E$$

$$0{,}0490\ N = 0{,}0441\ N - d_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot g \quad (1)$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerpo} \quad (2)$$

De (1): $0{,}0490\ N - 0{,}0441\ N = 1000\ Kg/m^3 \cdot V_{líquido} \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}$

$$V_{líquido} = (4{,}9 \cdot 10^{-3}\ N / 9800\ Kg/m^3) .\ m.s^{-2} = 5 \cdot 10^{-7}\ m^3$$

$V_{cuerpo} = 5 \cdot 10^{-7}\ m^3$ **[(según (2)]**

Conociendo el V_{cuerpo} y la d_{cuerpo}, podemos conocer la m_{cuerpo}:

$$d_{cuerpo} = m_{cuerpo}/V_{cuerpo} \quad ; \quad m_{cuerpo} = d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo}$$

$$m_{cuerpo} = (19300\ Kg/\cancel{m^3}) .\ (5 \cdot 10^{-7}\ \cancel{m^3}) = 9{,}65 \cdot 10^{-3}\ Kg$$

Como conocemos el Preal del metal, podemos calcular la masa y si obtenemos el mismo resultado, el metal sería oro:

$$P_{real} = m_{cuerpo} \cdot g$$

m_{cuerpo} = Preal /g = 0,0490 N / 9,8 $m.s^{-2}$= *5. 10^{-3} Kg*

No coinciden las masas y por lo tanto la muestra **no es oro**

Problema propuesto: Mediante un dinamómetro se determina el peso de un objeto de 10 cm^3 de volumen obteniéndose 0'72 N. A continuación se introduce en un líquido de densidad desconocida y se vuelve a leer el dinamómetro (peso aparente) que marca ahora 0'60 N ¿Cuál es la densidad del líquido en el que se ha sumergido el cuerpo? (Autor enunciado: A. Caballero Peiró)

36.- ¿Por qué un trozo de plomo de algunos gramos se hunde en el agua y sin embargo un barco de varias toneladas flota en ella?

Respuesta:

El principio de Arquímedes explica el principio de flotabilidad de los cuerpos:

"Un cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta una fuerza ascendente (empuje) igual al peso del líquido desplazado"

El trozo de plomo *no desplaza la cantidad de agua para que el empuje sea igual al peso*, por ello el plomo se hunde. El barco tiene sumergido parte del mismo dentro del agua, esa pate sumergida desaloja una cantidad de agua que produce un empuje igual al peso del barco, se dan las condiciones de flotabilidad (**P = E**) y el *barco flota*.

37.- Un cuerpo esférico de 50 cm de radio y densidad 1100 kg/m^3 se sumerge en agua. Calcula el empuje y el peso aparente. ¿Se hundirá al soltarlo? (Autor enunciado: A. Caballero Peiró. Resolución: A. Zaragoza)

Resolución:

$V_{esfera} = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$

r = 50 $\cancel{cm}$. (1 m/100 $\cancel{cm}$) = 0,5 m

V_{esfera} = 4/3 . 3,14 (0,5 m)^3 = *0,52 m^3*

Por otra parte: $d_{cuerpo} = m_{cuerpo}/V_{cuerpo}$

$m_{cuerpo} = d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} = 1100\ Kg/\cancel{m^3} \cdot 0,52\ \cancel{m^3} = 572\ Kg$

El P_{real} del cuerpo valdrá:

$$P_{real} = m_{cuerpo} \cdot g = 572\ Kg \cdot 9,8\ m.s^{-2} = 5605,6\ N$$

En lo referente al Empuje: $E = d_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot g$

$$V_{cuerpo} = V_{líquido\ desalojado} = 0,52\ m^3$$

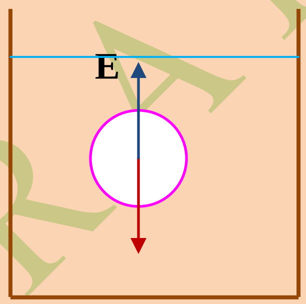
$$E = 1000\ Kg/m^3 \cdot 0,52\ m^3 \cdot 9,8\ m.s^{-2} = 5096\ N$$

En cuanto al peso aparente: $P_{real} = P_{aparente} - E$

$P_{apatente} = P_{real} + E$; $P_{aparente} = 5605,6\ N – 5096\ N = 509,6\ N$

¿ Flotará o se hundirá?

Dentro del agua, el cuerpo está sometido a dos fuerzas: El Empuje y el peso.



Según los datos:
E = 5096 N
P_{real} = 5605,6 N
Como:
$P_{real} > E$ el cuerpo *SE HUNDIRA*

38.- **¿Flotará en el agua un objeto que tiene una masa de 50 kg y ocupa un volumen de 0,06 m^3?**

Resolución:

Teóricamente sabemos que los cuerpos de menor densidad flotan sobre los de mayor densidad.

En base a esta premisa:

Dato: $d_{agua} = 1000\ Kg/m^3$

Calculemos la densidad del cuerpo:

$$d_{cuerpo} = m_{cuerpo}/V_{cuerpo}$$

$$d_{cuerpo} = 50\ Kg\ /\ 0{,}06\ m^3 = 833{,}33\ Kg/m^3$$

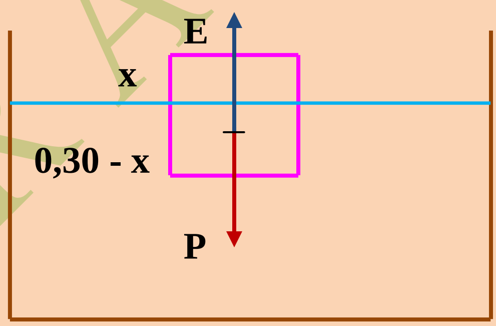
Se cumple que: $d_{cuerpo} < d_{agua} \rightarrow$ **El cuerpo flotará**

39.- **Un cilindro de madera tiene una altura de 30 cm y se deja caer en una piscina de forma que una de sus bases quede dentro del agua. Si la densidad de la madera es de 800 Kg/m³, calcula la altura del cilindro que sobresale del agua.**

Resolución:

$h = 30\ \cancel{cm}\ .\ (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0{,}30\ m$

$d_{agua} = 1000\ Kg/m^3\ ;\ d_{cuerpo} = 800\ Kg/m^3$



La condición de flotabilidad exige:

$$P = E$$

$$m_{cuerpo}\ .\ g = d_{líquido}\ .\ V_{líquido}\ .\ g$$

$$d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot \cancel{g} = d_{líquido} \cdot V_{líquido} \cdot \cancel{g}$$

$$V_{cuerpo} = S_{base} \cdot h_{cuerpo} \quad ; \quad V_{líquido} = S_{base} \cdot h_{cuerposumergido}$$

$$d_{cuerpo} \cdot \cancel{S_{base}} \cdot h_{cuerpo} = d_{líquido} \cdot \cancel{S_{base}} \cdot h_{cuerposumergido}$$

$$800\ Kg/m^3 \cdot 0{,}30 = 1000\ Kg/m^3 \cdot (0{,}30 - x)$$

$$240 = 300 - 1000\ x \quad ; \quad 1000\ x = 60 \quad ; \quad x = 0{,}060\ m = 6\ cm$$

40.- **Un bloque de 2,5 m^3 de un material cuya densidad es 2400 kg/m^3 se sumerge en agua. Calcular:**

a) **El peso del bloque en el aire.**
b) **El empuje que experimenta cuando está sumergido en agua.**
c) **El peso que tiene dentro del agua.**

La densidad del agua es 1000 kg/m^3.

Resolución:

$V_{cuerpo} = 2{,}5\ m^3$
$d_{cuerpo} = 2400\ Kg/m^3$
$d_{agua} = 1000\ Kg/m^3$

a) $P_{aire} = m_{cuerpo} \cdot g$ (1)

$$d_{cuerpo} = m_{cuerpo}/V_{cuerpo} \quad ; \quad m_{cuerpo} = d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo}$$

Nos vamos a (1):

$$P_{aire} = d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g$$

$$P_{aire} = 2400\ Kg/m^3 \cdot 2{,}5\ m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 58800\ N$$

b)

$$E = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerposumergido}$$

$$E = 1000\ Kg/m^3 \cdot 2{,}5\ m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 24500\ N$$

c)

El peso dentro del agua es el peso aparente.

$$P_{aparente} = P_{realaire} - E = 58800\ N - 24500\ N = 34300\ N$$

41.- **Un cuerpo de 200 g y densidad 0,8 g/cm³ se sumerge en agua. La densidad del agua es 1g/cm³.**

a) **¿Qué empuje ejerce el agua sobre el cuerpo?.**
b) **¿Flotará?. ¿Por qué?.**

Resolución:

a)

$$m_{cuerpo} = 200\ \cancel{g} \cdot (1\ Kg/1000\ \cancel{g}) = 0{,}2\ Kg$$

$$d_{cuerpo} = 0{,}8\ \cancel{g}/\cancel{cm^3} \cdot 1\ Kg/1000\ \cancel{g} \cdot 1000000\ \cancel{cm^3}/ 1\ m^3 = 800\ Kg/m^3$$

$$d_{agua} = 1\ \cancel{g}/\cancel{cm^3} \cdot 1\ Kg/1000\ \cancel{g} \cdot 1000000\ \cancel{cm^3}/ m^3 = 1000\ Kg/m^3$$

$$E = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g \quad (1)$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerposumergido}$$

$$d_{cuerpo} = masa_{cuerpo} / V_{cuerpo}$$

$$V_{cuerpo} = masa_{cuerpo}/d_{cuerpo}$$

Todas estas igualdades, llevadas a (1) nos proporcionan:

$$E = 1000\ Kg/m^3 \cdot masa_{cuerpo}/d_{cuerpo} \cdot g =$$

$$= 1000\ Kg/m^3 \cdot 0{,}2\ Kg/800\ (Kg/m^3) \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 2{,}45\ N$$

b) Condición de flotación: $P_{cuerpo} = E$

Si : $P_{cuerpo} > E$ → **Cuerpo se hunde**

Si : $P_{cuerpo} < E$ → **cuerpo flota**

$$P_{cuerpo} = m_{cuerpo} \cdot g = 0,2\ Kg \cdot 9,8\ m.s^{-2} = 1,96\ N$$

Cómo $P_{cuerpo} < E \rightarrow$ **El cuerpo flota**

42.- **Un cuerpo de 800 cm^3 de volumen y 500 g de masa, flota en un líquido cuya densidad es 0,8 g/cm^3. Calcula el empuje que sufre. ¿Qué volumen del cuerpo queda fuera del líquido?.**

Resolución:

$$m_{cuerpo} = 500\ \cancel{g} \cdot (1\ Kg/1000\ \cancel{g}) = 0,5\ Kg$$

$$V_{cuerpo} = 800\ \cancel{cm^3} \cdot (1\ m^3/1000000\ \cancel{cm^3}) = 8 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

$$d_{líquido} = (0,8\ \cancel{g}/\cancel{cm^3}) \cdot (1\ Kg/1000\ \cancel{g}) \cdot (1000000\ \cancel{cm^3}/1\ m^3) = 800\ Kg/m^3$$

$$d_{cuerpo} = masa_{cuerpo}/V_{cuerpo} = (0,5\ Kg/\ 8 \cdot 10^{-4}\ m^3) =$$

$$= 6,25 \cdot 10^2\ Kg/m^3 = 625\ Kg/m^3$$

Condición de flotabilidad: $P = E$ **(1)**

$$P_{cuerpo} = m_{cuerpo} \cdot g = d_{cuerpo} \cdot V_{totalcuerpo} \cdot g =$$

$$= (625\ Kg/m^3 \cdot 8 \cdot 10^{-4}\ m^3) \cdot 9,8\ m.s^{-2} = 4,9\ N$$

Según (1): $E = P = 4,9\ N$

Volumen emergido:

$$d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot \cancel{g} = d_{líquido} \cdot V_{liquidodesalojado} \cdot \cancel{g} \quad (2)$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerposumergido}$$

Nos vamos a (2):

$$(625\ Kg/m^3) \cdot 8 \cdot 10^{-4}\ m^3 = (800\ Kg/m^3) \cdot V_{sumergido}$$

$$V_{sumergido} = [0,5\ \cancel{Kg} / 800\ (\cancel{Kg}/m^3)] = 6,25 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

$$V_{emergido} = V_{cuerpo} - V_{sumergido} =$$

$$= 8 \cdot 10^{-4}\ m^3 - 6{,}25 \cdot 10^{-4}\ m^3 = 1{,}75\ m^3$$

43.- **Un cuerpo hueco que pesa 16 N flota en agua y en mercurio. ¿Qué volumen hay sumergido en cada caso?.**
Datos: $d_{agua} = 1 g/cm^3$; $d_{mercurio} = 13{,}6\ g/cm^3$.

Resolución:

a)
Agua

Condición de flotabilidad: $P_{cuerpo} = E$ **(1)**

$P_{cuerpo} = 16\ N$
$d_{agua} = 1\ g/cm^3 = 1000\ Kg/m^3$

De (1):

$$P = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerposumergido}$$

$$12\ N = (1000\ Kg/m^3) \cdot V_{cuerposumergido} \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}$$

$$V_{cuerposumergido} = 16\ N / (1000\ Kg/m^3) \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 1{,}63 \cdot 10^{-3}\ m^3$$

b)
En Mercurio

$d_{Hg} = 13{,}6\ g/cm^3 = 13600\ Kg/m^3$

$$V_{cuerposumergido} = [16\ N / (13600\ Kg/m^3)] \cdot 9{,}8\ m.s^{-2} = 1{,}2 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

44.- **Un cubo de madera cuya arista mide 24 cm está flotando en agua. Si la densidad de la madera es 880 kg/m^3 y la densidad del agua 10^3 kg/m^3. ¿Qué volumen del cubo sobresale del agua?.**

Resolución:

arista = 24 $\cancel{cm}$. (1 m/100 $\cancel{cm}$) = 0,24 m

d_{madera} = 880 Kg/m^3
d_{agua} = 1000 Kg/m^3

Condición flotabilidad: Pcuerpo = Empuje

$$d_{madera} \cdot V_{cuerpo} \cdot g = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g$$

$$V_{líquidodesalojado} = V_{cuerposumergido}$$

$$(880\ Kg/m^3) \cdot (0{,}24\ m)^3 = (1000\ Kg/m^3) \cdot V_{cuerposumergido}$$

$$V_{cuerposumergido} = (880\ \cancel{Kg}/\cancel{m^3}) \cdot (0{,}014\ \cancel{m^3}) / (1000\ \cancel{Kg}/m^3) = 0{,}012\ m^3$$

$$V_{cuerpoemergido} = V_{cuerpo} - V_{cuerposumergido}$$

$$V_{cuerpo} = (0{,}24\ m)^3 = 0{,}014\ m^3$$

$$V_{cuerpoemergido} = 0{,}014\ m^3 – 0{,}012\ m^3 = 2 \cdot 10^{-3}\ m^3$$

45.- **Un cilindro metálico, con una base de 10 cm^2 y una altura de 8 cm, flota sobre mercurio estando 6 cm sumergido. Si el cilindro sufre un empuje de 8,06 N, ¿cuál es la densidad del mercurio?. Dato: g = 9,81 m/s^2.**

Resolución:

S_{base} = (10 $\cancel{cm^2}$) . (1 m^2/10000 $\cancel{cm^2}$) = 0,0010 m^2

h_{total} = (8 $\cancel{cm}$) . (1 m/100 $\cancel{cm}$) = 0,08 m

$h_{sumergido}$ = (6 $\cancel{cm}$) . (1 m/100 $\cancel{cm}$) = 0,06 m

E = 8,06 N

Condición de flotabilidad: P = E

$$E = d_{líquido} \cdot V_{basesumergida} \cdot g$$

$$V_{basesumergida} = S_{base} \cdot h_{sumergida} = (0{,}0010\ m^2) \cdot 0{,}06\ m = 6 \cdot 10^{-5}\ m^3$$

$$8{,}06\ N = d_{líquido} \cdot (6 \cdot 10^{-5}\ m^3) \cdot 9{,}8\ m.s^{-2}$$

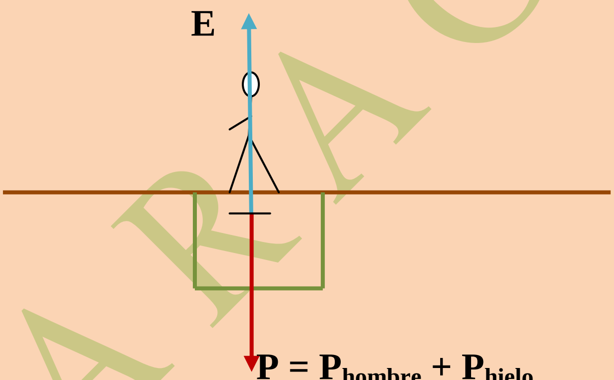
$$d_{líquido} = 8{,}06\ N / (6 \cdot 10^{-5}\ m^3 \cdot 9{,}8\ m.s^{-2})$$

$$d_{líquido} = d_{Hg} = 0{,}137 \cdot 10^5\ Kg/m^3 = \mathit{13700\ Kg/m^3}$$

46.- **¿Cuál ha de ser el área del menor bloque de hielo de 30 cm de espesor que podría soportar el peso de un hombre de 90 Kg estando el hielo flotando sobre agua dulce?.**
La densidad del agua es 1g/cm³ y la del hielo 0,92 g/cm³.

Resolución:

Espesor = ancho



$d_{agua} = 1\ g/cm^3 = 1000\ Kg/m^3$
$d_{hielo} = 0{,}92\ g/cm^3 = 920\ Kg/m^3$

Condición de flotabilidad: $P = E$

$$P_{hombre} + P_{hielo} = E$$

$$m_{hombre} \cdot g + m_{hielo} \cdot g = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g$$

$$(m_{hombre} + m_{hielo}) \cdot \cancel{g} = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot \cancel{g} \quad (1)$$

$$m_{hombre} = 90\ Kg$$

$$d_{hielo} = m_{hielo}/V_{hielo} \quad (2)$$

Supongamos que el grosor es el mismo para las tres dimensiones (largo, ancho y alto). Por lo tanto el volumen del hielo será:

$30\ \cancel{cm} \cdot (1\ m/100\ \cancel{cm}) = 0,30\ m$

$V_{hielo} = (0,30\ m)^3 = 0,027\ m^3$

De (2): $m_{hielo} = d_{hielo} \cdot V_{hielo} = (620\ Kg/\cancel{m^3}) \cdot 0,027\ \cancel{m^3} = 16,74\ Kg$

De (1): $90\ Kg + 16,74\ Kg = (1000\ Kg/m^3) \cdot S_{base} \cdot h_{sumergida}$

$106,74\ Kg = (1000\ Kg/m^3) \cdot S_{basesumergida} \cdot 0,30\ m$

$S_{basesumergida} = 106,74\ Kg / (300\ Kg/m^2) = \mathit{0,35\ m^2}$

47.- **La densidad del agua de mar es de 1025 Kg/m³ y la densidad del hielo es de 917 Kg/m³. Determina la relación entre la fracción que flota y la parte sumergida de un iceberg.**

Resolución:

Condición de flotabilidad: Peso del cuerpo = Empuje (1)

$\text{Peso del cuerpo} = m_{cuerpo} \cdot g$

$\text{Empuje} = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot g$

$V_{líquido\ desalojado} = V_{cuerposumergido}$

$d_{cuerpo} = m_{cuerpo}/V_{cuerpo}$

$m_{cuerpo} = d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo}$

Con todas estas premisas nos vamos a (1):

$$m_{cuerpo} \cdot \cancel{g} = d_{líquido} \cdot V_{líquidodesalojado} \cdot \cancel{g}$$

$$d_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} = d_{líquido} \cdot V_{cuerposumergido}$$

$$(917\ Kg/m^3) \cdot V_{cuerpo} = (1025\ Kg/m^3) \cdot V_{cuerposumergido}$$

$$V_{cuerposumergido} = [(917\ Kg/m^3)\ .\ V_{cuerpo}]\ /\ (1025\ Kg/m^3)$$

$$V_{cuerposumergido} = 0{,}89\ V_{cuerpo}\quad (2)$$

Se debe cumplir que:

$$V_{cuerpoflotante} + V_{cuerposumergido} = V_{cuerpo}$$

Si traemos (2) a esta última ecuación:

$$V_{cuerpoflotante} + 0{,}89\ V_{cuerpo} = V_{cuerpo}$$

$$V_{cuerpoflotante} = V_{cuerpo} - 0{,}89\ V_{cuerpo}$$

$$V_{cuerpoflotante} = 0{,}11\ V_{cuerpo}$$

Luego la relación que nos pide el problema:

$$V_{cuerpoflotante} / V_{cuerpo\ sumergido} = 0{,}11\ .\ V_{cuerpo}\ /\ 0{,}89\ .\ V_{cuerpo}$$

$$V_{cuerpoflotante}/V_{cuerposumergido} = 0{,}11\ /\ 0{,}89 = 0{,}12$$

$$V_{cuerpoflotante} = 0{,}12\ V_{cuerposumergido}$$

-- O --