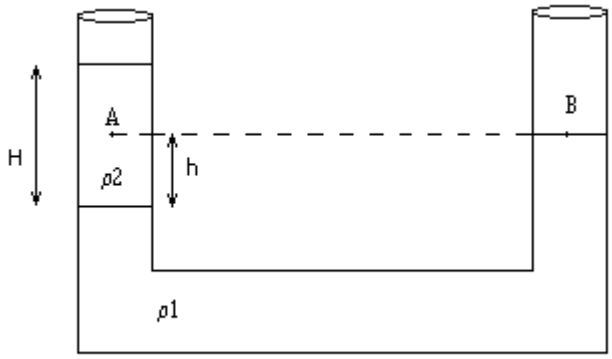
Guía 7. Fluidos

I - Hidrostatica

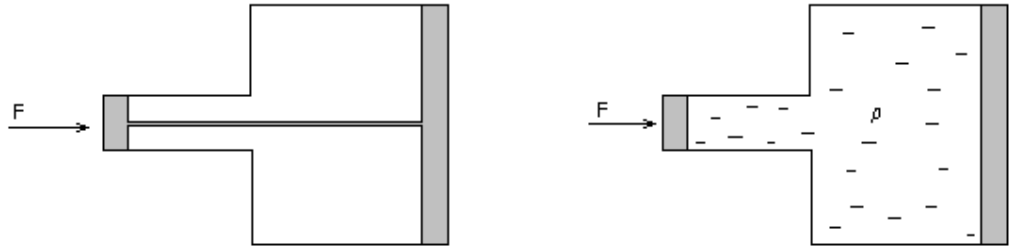
Teorema Fundamental

1) En un tubo en U, hay dos líquidos inmiscibles (no se mezclan) de densidades ρ_1 y ρ_2, con $\rho_1 > \rho_2$. Si el nivel del punto B, respecto a la superficie que separa a los dos líquidos es h (dato), hallar:
   a) H,
   b) la presión en el punto A, y compararla con la presión en el punto B,
   c) hacer los cálculos si el líquido 1 es mercurio, ρ_1= 13,6 g/cm y el líquido 2 es agua, ρ_2= 1g/cm .

Tomar h= 1 cm.
Resp. a) H= (ρ_1/ρ_2) h, b) $p_A = p_0 + (\rho_1 - \rho_2)$ gh



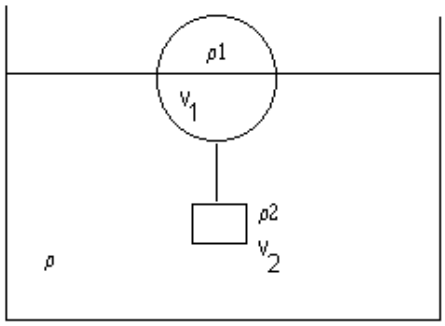
2) En la primera figura, un pistón de superficie S, está unido a otro de superficie 2S por medio de una varilla metálica. En la segunda el mismo sistema contiene líquido en lugar de la varilla. En cada caso, se aplica una fuerza F al pistón chico. ¿Qué fuerza se obtendrá en cada caso, en el pistón grande? ¿Cuál es la presión ejercida en cada pistón, en cada una de estas situaciones? En el segundo caso, ¿depende la presión del tipo de líquido utilizado?



Arquímedes

3) En la figura, una esfera de volumen V_1 y densidad ρ_1, flota en un líquido de densidad ρ, de modo que se sumerge la mitad de su volumen, estando unida por una cuerda inextensible, a un cilindro de densidad ρ_2, y de volumen V_2.
   a) Si V_1=500 cm^3 , V_2=V_1/2, ρ=1 g/cm^3 y ρ_1 =0,3 g/cm^3, halle T y ρ_2 .
   b) Si ρ_1= ρ/2 , halle T , ρ_2 y los volúmenes V_1 y V_2 que satisfacen esta condición de equilibrio.

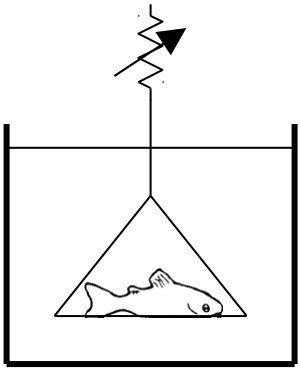
Resp. a) T = 98000 dyn, ρ_2 = 1,4 g/cm^3 ; b) T = 0, ρ_2= ρ, el resultado es independiente de los volúmenes V_1 y V_2



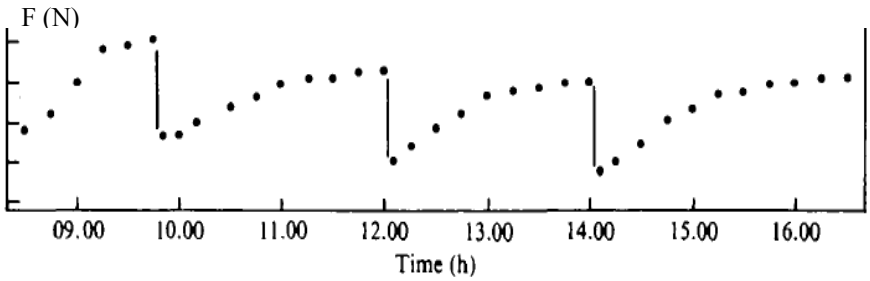
4) Una burbuja de aire caliente a 30 °C, formada en el suelo, está rodeada del aire frío a 10°C que está en capas más altas de la atmósfera.
   a) ¿Cuál es la fuerza total sobre la burbuja, si se tiene un volumen de 8m^3?,
   b) Si despreciamos la resistencia del aire, ¿cuál es la aceleración ascendente de la burbuja?

Datos: ρ(10°C)=1,25 10^3 g/ m, ρ(30°C)=1,167 10^3 g/ m. Resp. a) 6,514N, b) 0,70m/s

5) Los peces de la familia *Callichthyidae* son capaces tanto de respirar bajo el agua a través de sus branquias como de incorporar aire directamente de la superficie. Para estudiar este segundo tipo de respiración, se implementa el siguiente dispositivo[1]:



El pez se apoya sobre una superficie que cuelga de un medidor de fuerzas, siendo libre de ascender periódicamente a la superficie a respirar.
Utilizando este dispositivo se mide la fuerza a intervalos de 15 minutos. El resultado se grafica a continuación (cada línea vertical representa una respiración)



   a) Interprete el resultado. ¿A qué se deben los cambios en la fuerza medida?
   b) ¿Cuál es el volumen aproximado de aire incorporado en cada respiración?

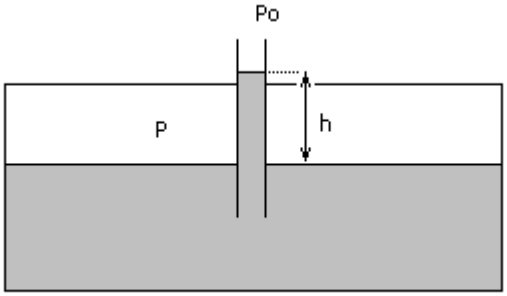
6) Los peces óseos disponen de una especialización conocida como **vejiga natatoria**. La misma se comporta como un globo al cual el pez puede inyectar o retirar gases desde o hacia su torrente

[1] Adaptado de Gee y Graham, *J. exp. Biol* (1978), 74, 1-16

sanguíneo. Esta regulación le permite al pez alcanzar una **flotación neutra** y mantenerse así suspendido indefinidamente a cualquier profundidad sin esfuerzo muscular. ¿Qué condición debe cumplir la densidad del pez para alcanzar la flotación neutra a una profundidad determinada? Suponga que un pez que se encuentra inicialmente en flotación neutra nada hacia aguas más profundas ¿qué ocurrirá con su vejiga natatoria? Cuándo el pez deja de nadar, ¿se hundirá, permanecerá en esa profundidad o se elevará? Si concluye que el pez no está más en flotación neutra ¿deberá inyectar o retirar gas de su vejiga natatoria para recuperarla?

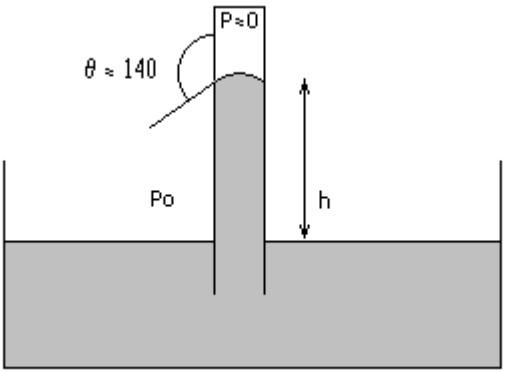
Tensión superficial

7) Un recipiente estanco, tiene conectado un tubo capilar abierto a la atmósfera de 0.1mm de radio interior. El recipiente contiene agua a una presión p=1,01 atmósferas y a T=20°C. Se eleva o desciende el agua, con relación a la superficie en el tubo capilar? En qué magnitud lo hace? Datos: τ(20°C)=72,8 dyn/cm, $\theta \approx 0$ (ángulo de contacto agua-vidrio). Resp. 25,17cm .



8) Un día en que la presión atmosférica p es de 950 milibares.
   a) ¿Cuál será la altura de la columna de mercurio en un barómetro de 2mm de diámetro interior?
   b) ¿Cuál sería la altura si no existiera tensión superficial?. Datos: ρ(20°C) = 13,6 g/cm , τ (20°C)= 465 dyn/cm, θ= 140° (ángulo de contacto mercurio-vidrio).

   Resp.: a) 707mm, b) 712mm .



9) En una canilla que gotea, deducir el radio aproximado de las gotas *R*, en función del radio r del cuello de la gota (sugerencia: este fenómeno se debe a una competencia entre la tensión superficial y el peso de la gota). Resp.: $R = \left(\frac{3\, r \tau_{H2O}}{2 \rho\, g} \right)^{(1/3)}$.

10) Estimar la máxima diferencia de la presión sanguínea hidrostática en una persona de 1,83 m de altura

(ρ_{sangre} = 1,06 10^3 kg/m^3).

11) La presión de agua a la entrada de una casa a nivel del suelo es de 1,1 10^6 N/m^2. ¿Hasta qué altura llega el líquido sin ser bombeado?

12) Un tubo en U, abierto en ambas ramas, contiene un líquido A hasta una altura *H*. Por una de las ramas se introduce otro líquido B no miscible con A hasta alcanzar una altura de 10 cm respecto de la superficie de separación de ambos líquidos. Sabiendo que las densidades de los líquidos respecto al agua valen ρ_A = 2 y ρ_B = 3, deducir la relación entre h_A, h_B, ρ_A y ρ_B . Calcular el valor de h_A.

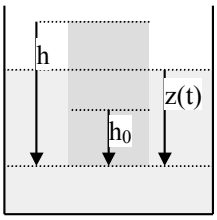
13) Un tubo en U contiene mercurio. Se echan 13.6 cm de agua destilada en la rama derecha. ¿Cuánto se eleva el mercurio en la rama izquierda respecto de su nivel original?

14) Se tiene una prensa hidráulica de secciones S = 1 cm^2 y S′ = 100 cm^2. Se aplica sobre S una fuerza F_1 de 400 N formando un ángulo de 60° con su normal. S se desplaza 100 cm. Calcular:
   a) la presión sobre S y la presión sobre S′.
   b) la fuerza F_2 que actuando sobre S′ equilibra al sistema (dar dirección y sentido)
   c) el trabajo de las fuerzas F_1 y F_2. Compárelos.

15) Un bloque de madera flota en el agua con las 2/3 partes de su volumen sumergido, mientras que en aceite tiene sumergido 90% de su volumen. Hallar la densidad de la madera y del aceite.

16) Calcular el área mínima de un bloque de hielo (ρ = 0,93×10^3 kg/m^3) de 0,3m de espesor que flota en el agua para que sea capaz de sostener un automóvil que pesa 11125 N.

17) Un cilindro de altura h, sección A y densidad ρ, flota en un líquido de densidad ρ_0, con una altura h_0 sumergida. Se hunde cierto volumen y luego se lo deja en libertad, a partir del reposo.
   a) Hallar la ecuación diferencial para z(t).
   b) Demostrar que el movimiento será oscilatorio de período: $\tau = 2\pi\,[h\,\rho/(g\,\rho_0)]^{1/2}$.



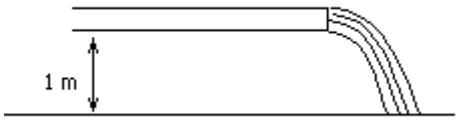
II - Hidrodinámica

Fluidos ideales - Teoremas de conservación

Nota:
La conservación de la masa, para un fluido incompresible, se expresa en la conservación del caudal $A_1 v_1 = A_2 v_2$.
Para un fluido ideal (no viscoso), incompresible (ρ = cte) y estacionario, es válida la fórmula de Bernoulli a lo largo de una línea de corriente: $\frac{1}{2}\rho\, v^2 + \rho\ \ g\ y + p = cte.$

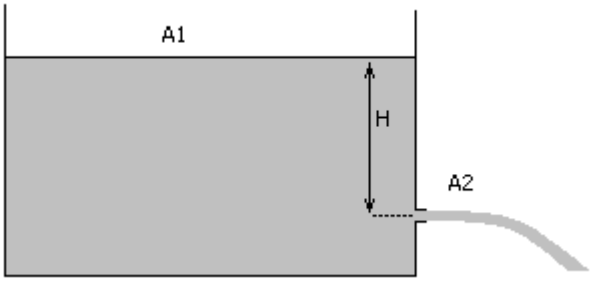
18) Una manguera esta colocada horizontalmente a una altura h=1m del piso, y el agua sale por la boca de sección A_1 a una velocidad v_1 = 4 m/s .
   a) ¿Con qué velocidad llega el chorro de agua al piso?.
   b) ¿Cuál es la sección del chorro de agua al tocar el piso?

Resp.: a) $v_2 \cong 6m/s$, b) $\frac{A_2}{A_1} \cong \frac{2}{3}$.



19) En la figura se muestra un tanque conteniendo un líquido que sale por un orificio ubicado en la pared, a una profundidad H bajo el nivel del líquido. Suponga que la sección del tanque es mucho mayor que la del orificio (A_1>> A_2),
   a) Calcule la velocidad de salida del líquido del orificio.
   b) Si en el orificio se coloca un tubo de longitud pequeña y sección A_2 , que apunta hacia arriba, hasta que altura se eleva el chorro del líquido?
   c) Dependen estos resultados del tipo de líquido en el tanque?

   Resp.: a) $v = \left(2\ g\ H\right)^{(1/2)}$ b) H .



20) Suponga que en el tanque del ejercicio anterior las areas A_1 y A_2 son comparables. Calcule la velocidad de salida del líquido por el orificio.

Resp.: $v_2 = \left(2\ g\ H\right)^{1/2}\left(1 - A_2^2 / A_1^2\right)^{-1/2}$.