

## Guía 9: Fluidos

### Hidrostática

**Unidades de presión:**  $[P] = [F]/[S]$  : [MKS] Pascal (Pa),  $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$  ; [CGS] bar,  $1\text{bar} = 10^6 \text{ dyn}/\text{cm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$

(Atmosfera:at)  $1\text{at} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1,033 \text{ kg}/\text{m}^2 = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ hPa} = 1,01325 \cdot 10^6 \text{ dyn}/\text{cm}^2 = 1,01325 \text{ bar}$

**Datos:**  $g = 9,81\text{m}/\text{s}^2 = 981 \text{ cm}/\text{s}^2$  ; densidad del agua  $1\text{g}/\text{cm}^3 = 1000\text{kg}/\text{m}^3$ .

**Para recordar:** 1 nano= $10^{-9}$ ; 1 pico= $10^{-12}$ ; 1 femto= $10^{-15}$  .

#### Teorema Fundamental

1. Un tubo en U contiene mercurio ( $\rho = 13.6 \text{ g}/\text{cm}^3$ ). Se echan 20 cm de agua en la rama derecha y se espera a que el sistema esté nuevamente en equilibrio. ¿Cuánto se elevó la columna de la izquierda respecto del nivel original?

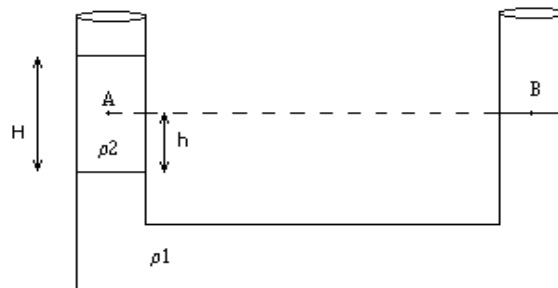
Resp. 7.3 mm

2. En un tubo en U, hay dos líquidos inmiscibles de densidades  $\rho_1$  y  $\rho_2$ . Se mide el nivel ( $h = 1.5 \text{ cm}$ ) del punto B respecto a la superficie que separa a los dos líquidos, y la altura de líquido de menor densidad ( $H = 4 \text{ cm}$ ).

a) Halle la relación de las densidades  $\rho_1/\rho_2$ .

b) Si  $\rho_2 = 1\text{g}/\text{cm}^3$  y la presión ambiente es de 1009hPa, calcule la presión en el punto A.

Resp. a) 2.67 b) 1011.5 hPa

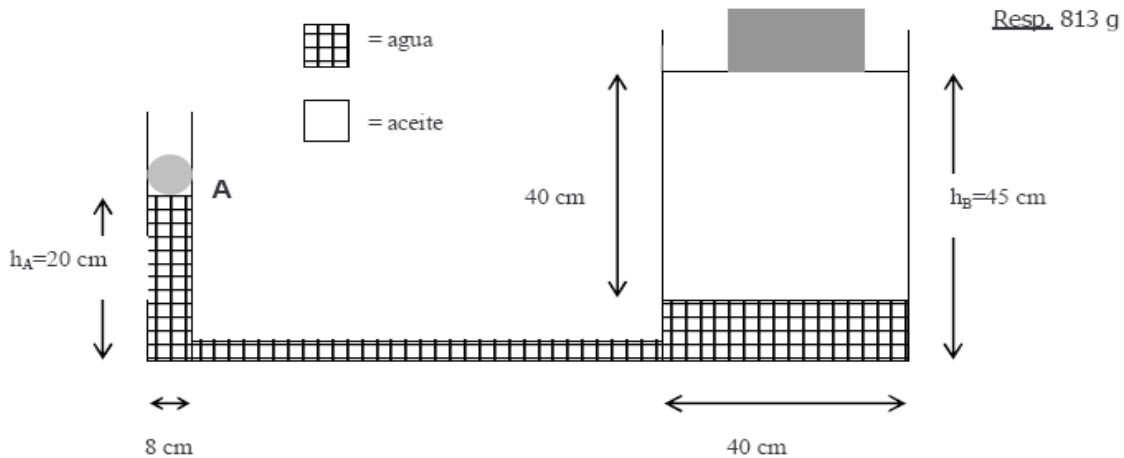


3. La presión de agua a la entrada de una casa a nivel del suelo es de  $1,1 \cdot 10^6 \text{ N}/\text{m}^2$ . ¿Hasta qué altura llega el líquido sin ser bombeado?

4. 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  $h_B=10$  cm respecto de la superficie de separación de ambos líquidos. Sabiendo que las densidades de los líquidos respecto al agua valen  $\gamma_A = 2$  y  $\gamma_B = 3$ , deducir la relación entre  $h_A$ ,  $h_B$ ,  $\gamma_A$  y  $\gamma_B$ . Calcular el valor de  $h_A$ .

Pascal

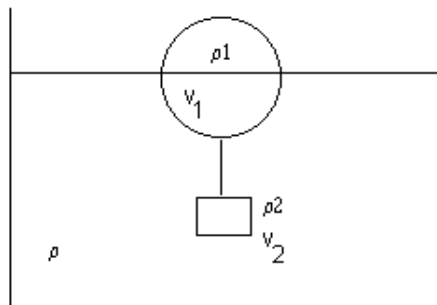
5. La **prensa hidráulica** de la figura está formada por dos depósitos cilíndricos de diámetros 8cm y 40cm, conectados por un tubo horizontal. La prensa contiene dos líquidos inmiscibles: agua (densidad  $1\text{g/cm}^3$ ) y aceite (densidad  $0.68\text{g/cm}^3$ ). Esta prensa hidráulica se utiliza como una balanza de presión. Se coloca el objeto en A, y una pesa conocida ( $m=5\text{kg}$ ) en B. Luego se leen las alturas totales de las dos columnas,  $h_A$  y  $h_B$ . Si estas alturas son  $h_A=20\text{cm}$  y  $h_B=45\text{cm}$ , y la presión atmosférica es  $1012\text{mbar}$ , calcule la masa del objeto en A.



Arquímides

6. En la figura se muestra una esfera de volumen  $500\text{ cm}^3$  y densidad  $0.3\text{ g/cm}^3$  unida mediante una cuerda inextensible a un cilindro de  $250\text{ cm}^3$  de volumen. Así unidos, la esfera flota en el agua sumergiéndose sólo la mitad de su volumen. Halle la tensión en la cuerda y la densidad del cilindro.

Resp.  $T=0.98\text{ N}$ ;  $\rho_2=1.4\text{ g/cm}^3$



7. Una burbuja de  $80\text{ cm}^3$  de aire caliente a  $30^\circ\text{ C}$  está rodeada del aire frío a  $10^\circ\text{ C}$ . ¿Cuál es la fuerza total sobre la burbuja? ¿Qué sentido tiene?

Datos:  $\rho(10^\circ\text{C})=1250\text{ g/ m}^3$ ,  $\rho(30^\circ\text{C})=1167\text{ g/ m}^3$ .

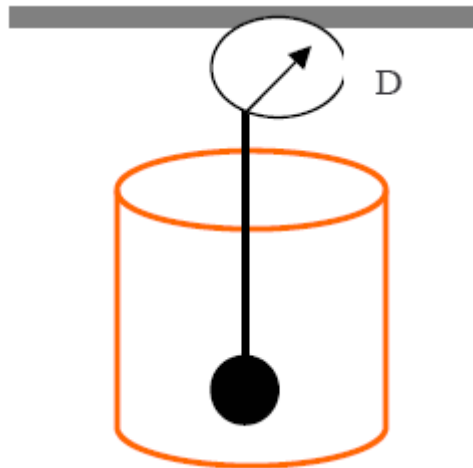
Resp.  $6.5\text{ dyn}$

8. Para conocer la densidad de un cuerpo de volumen muy irregular se lo sumerge en dos líquidos distintos. Al sumergirlo totalmente en agua pura se hace una fuerza de 12 N para sostenerlo, mientras que sumergido totalmente en una solución salina ( $\rho=1.06\text{g/cm}^3$ ) la fuerza que hay que hacer es de 10.5N. Calcule la densidad del cuerpo.

Resp.  $1.48\text{ g/cm}^3$

9. Para calcular la densidad de una esfera de material desconocido se la pesa sumergida en una lata cilíndrica de radio  $R=20\text{ cm}$  con agua. Al sumergirse totalmente la esfera el nivel de agua sube 2 cm. Si la lectura del dinamómetro D es de 20 N calcule la densidad del material (suponga que la esfera es homogénea).

Resp.  $1.81\text{ g/cm}^3$



10. Dentro de una caja hueca (50cm x 40cm de base y 30cm de altura) de masa 1 kg, se coloca un cuerpo cuya masa es  $M=10\text{ kg}$ . Si la caja se sumerge en agua ¿Qué porcentaje de ésta queda sumergida? Halle la presión en la base de la caja (considere la presión atmosférica = 1 atm).

Resp. 18.3 %,  $P=1.005\text{ atm}$

11. 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.

Rtas.  $\rho_{\text{madera}}=0.67\text{g/cm}^3$ ,  $\rho_{\text{aceite}}=0.74\text{g/cm}^3$ .

12. Calcular el área mínima de un bloque de hielo ( $\rho = 0,93 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ) de 0,3m de espesor que flota en el agua para que sea capaz de sostener un automóvil que pesa 11.125 N.

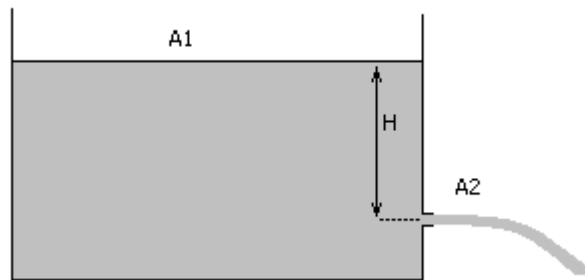
Rta.  $54\text{m}^2$

## Hidrodinámica

### *Fluidos ideales (flujo laminar, fluido incompresible) - Teoremas de conservación*

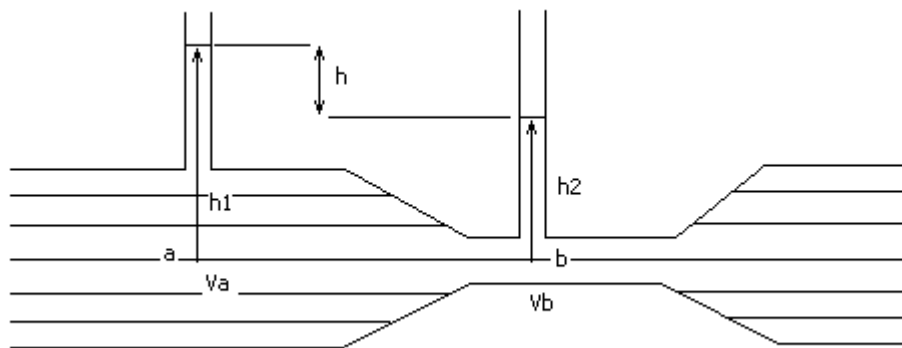
13. En la figura se muestra un tanque conteniendo un líquido que sale por un orificio ubicado en la pared, a una profundidad de 2m bajo el nivel del líquido. La sección del tanque es  $A_1=1.2 \text{ m}^2$ , mientras que la del orificio es de  $2 \text{ mm}^2$ . Calcule la velocidad con que sale el líquido por el orificio y el volumen que se pierde al cabo de 1 hora.

Resp.  $v=6.26 \text{ m/s}$ ; pierde 45.1 litros



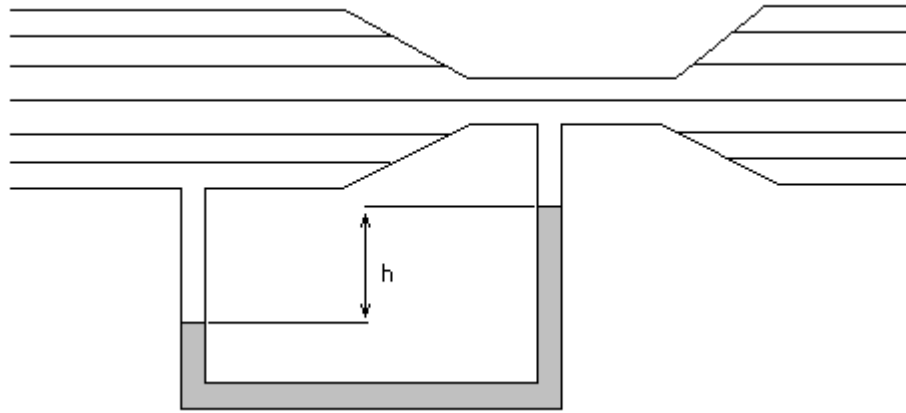
14. En el tubo de Venturi de la figura, por el que fluye agua, la diferencia de altura entre las superficies libres del agua en los tubos verticales, es  $h = h_1 - h_2 = 10\text{cm}$ . Si se denota con "a" la parte ancha y con "b" la parte estrecha del tubo, vale  $A_a = 2 A_b$ , a) halle las velocidades  $v_a$  y  $v_b$ , b) ¿es posible hallar las presiones en "a" y "b" con estos datos?, c) ¿dependen los resultados de la secciones de los tubos verticales?

Resp.: a)  $v_a = 80,87 \text{ cm/s}$ ,  $v_b = 161,74 \text{ cm/s}$  .



15. El tubo de Venturi representado en la figura, tiene una sección transversal de  $36 \text{ cm}^2$  en las parte ancha ("a") y de  $9 \text{ cm}^2$  en el estrechamiento ("b"). Cada 5s, salen del tubo 27 l de agua. a) Calcule las velocidades  $v_a$  y  $v_b$ , b) halle la diferencia de presiones entre las partes a y b, c) calcule la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio del tubo en U.

Resp.: a)  $v_a = 150 \text{ cm/s}$ ,  $v_b = 600 \text{ cm/s}$ , b)  $p_a - p_b = 0,169 \text{ bar}$ , c)  $h = 13,7 \text{ cm}$  .



16. El flujo sanguíneo de la arteria de un perro, se hace pasar por un tubo de Venturi. La parte más ancha de dicho tubo, tiene un área transversal  $A_a = 0,08 \text{ cm}^2$ , que es igual al área transversal de la arteria. La parte más estrecha del tubo tiene una área  $A_b = 0,04 \text{ cm}^2$ . La caída de presión en el tubo es de 25 Pa. ¿Cuál es la velocidad de la sangre en la arteria? Datos:  $\rho_{\text{sangre}} = 1059,5 \text{ Kg/m}^3$ .

Resp.:  $v_a = 0,125 \text{ m/s}$

17. Una manguera de jardín tiene un diámetro interno de 20 mm y se conecta con un aspersor (regador) que es una caja con 24 agujeros de 2 mm de diámetro c/u. Si el agua (incompresible y no viscosa) en la manguera tiene una velocidad de 1 m/s (régimen estacionario), ¿con qué velocidad sale de los agujeros del regador?

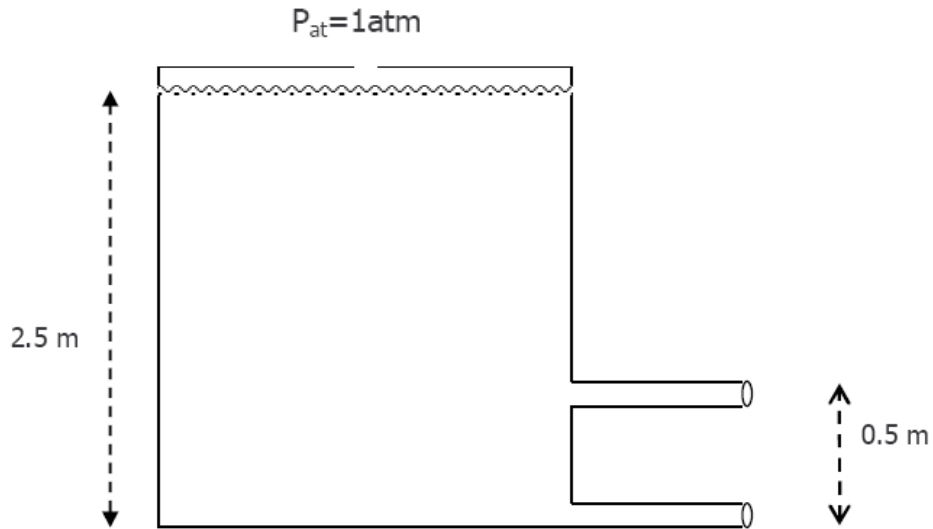
Rta.  $V_a = 0.125 \text{ m/s}$

18. Se tiene un tanque de agua de 2m de diámetro con 2 salidas pequeñas (diámetros mucho más pequeños que el del tanque), como muestra la figura. El caudal total de agua que sale del tanque es de 2.5 l/s

a) Calcule la velocidad de agua en cada tubería de salida.

b) Cuanto valen los radios de cada tubería de salida si se sabe que el caudal se reparte en partes iguales por cada tubería.

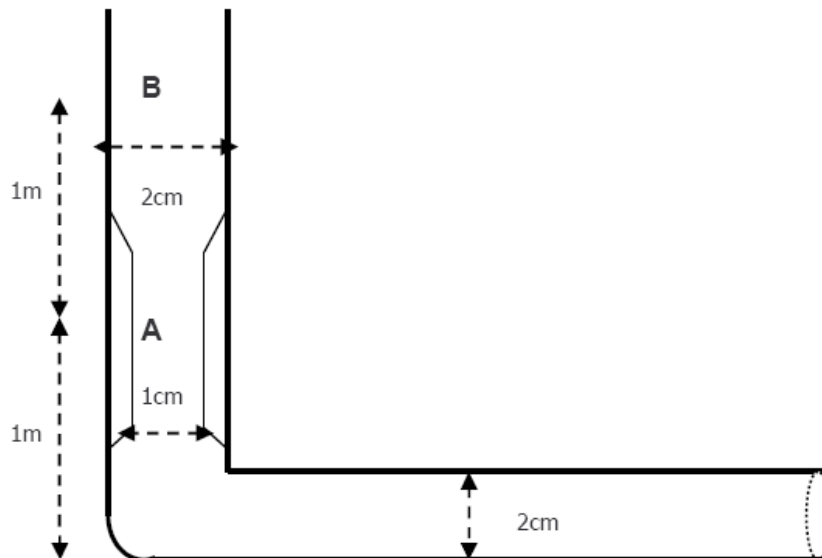
c) Revise la aproximación utilizada en a) calculando la velocidad con que desciende la superficie de agua del tanque.



19. En una tubería vertical por la que circulan 24 l de agua por minuto, se tiene un tramo donde la cañería presenta una reducción de su diámetro como indica la figura.

La tubería está abierta en la parte baja, siendo la presión en el ambiente  $P_o=1010\text{hPa}$ . Calcule la presión en los puntos señalados como A y B. ¿Se verifica que  $P_A = P_B + \rho g (h_B-h_A)$ ? Justifique

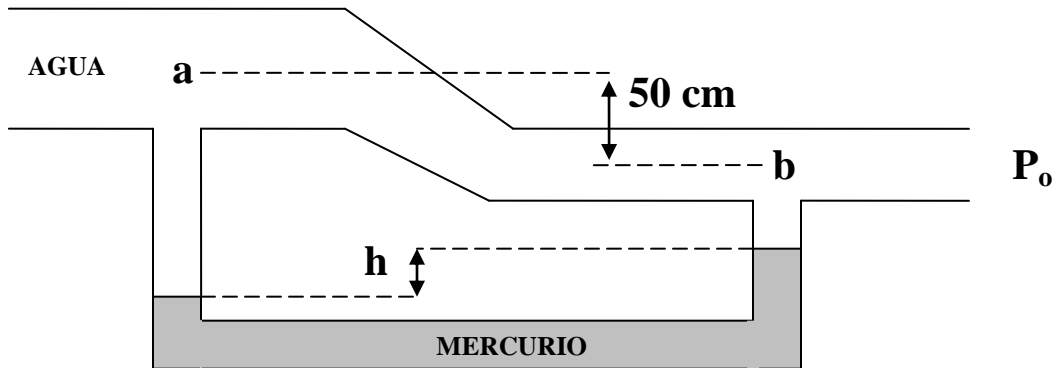
Dato: densidad del agua  $\rho=1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$



20. Se tiene una configuración de cañerías por las que circula agua ( $\rho_{\text{agua}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ) con un caudal  $Q = 5000 \text{ cm}^3/\text{s}$  (ver figura). Los tubos que componen la cañería tienen forma cilíndrica en todos los casos. En los puntos "a" y "b" el área transversal de los tubos es de  $40 \text{ cm}^2$  y  $20 \text{ cm}^2$ , respectivamente. La tubería está abierta en su extremo derecho, el cual está a presión atmosférica  $P_0 = 1010 \text{ hPa}$ . En la parte inferior de la cañería se ha acoplado un tubo en U, el cual contiene mercurio ( $\rho_{\text{merc}} = 13,6 \text{ g/cm}^3$ ).

- Calcule las velocidades y presiones del fluido en los puntos "a" y "b", ubicados justo en el centro de la tubería cilíndrica.
- Calcule la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio del tubo en U.

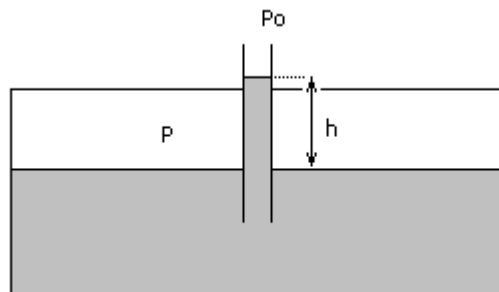
Datos:  $1 \text{ Pa} = 10 \text{ dyn/cm}^2$ ,  $g = 981 \text{ cm/s}^2$



## Tensión superficial

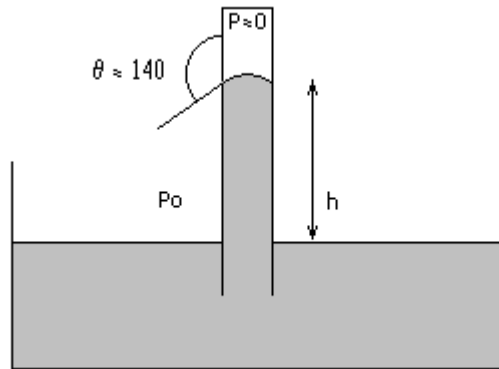
21. Un recipiente cerrado tiene conectado un tubo capilar cilíndrico de vidrio abierto a la atmósfera de  $0.1 \text{ mm}$  de radio interior. El recipiente contiene agua a una presión  $P = 1.01 \text{ atm}$  y a  $T = 20^\circ\text{C}$ . Fuera del recipiente la presión atmosférica es  $P_{\text{atm}} = 1.0 \text{ atm}$ . Sabiendo que la tensión superficial del agua es  $72.8 \text{ dyn/cm}$ , con  $\theta_{\text{agua}} \approx 0$  (ángulo de contacto agua-vidrio), calcule la altura de agua en el tubo capilar.

Resp. 25,17cm



22. En el barómetro de la figura ( $2 \text{ mm}$  de diámetro interior) calcule la altura de la columna de mercurio (densidad  $13,6 \text{ g/cm}^3$ ) en un día en que la presión atmosférica es de  $950 \text{ milibares}$ . Tome en cuenta que la tensión superficial del mercurio a  $20^\circ\text{C}$  es  $465 \text{ dyn/cm}$ , con un ángulo de contacto mercurio-vidrio  $\theta_{\text{Hg}} = 140^\circ$ .

Resp. 70.7 cm



23. Cuál debe ser el diámetro mínimo del barómetro de mercurio del problema anterior, para que la corrección por capilaridad no exceda 1.0mm?

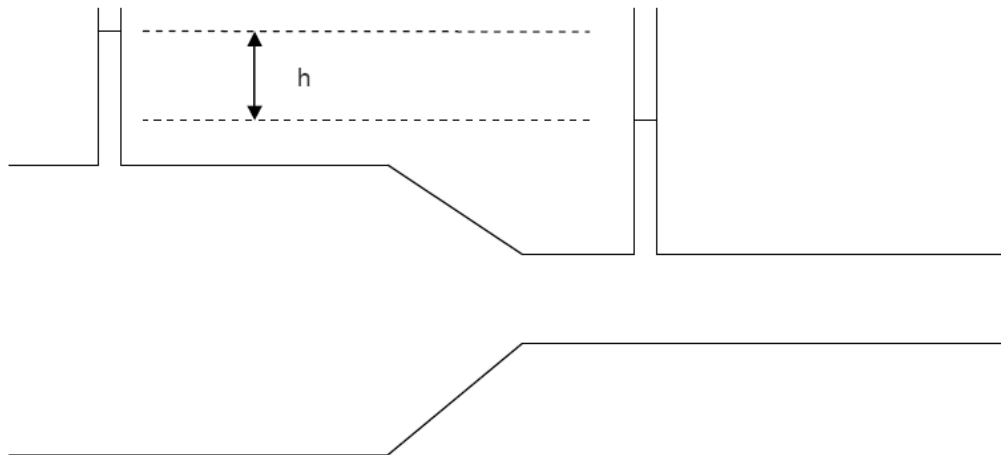
Rta. Diámetro mínimo 1cm.

24. En una canilla que gotea, deducir el tamaño aproximado de las gotas, 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).

$$\text{Resp.: } R = \left( \frac{3 r \tau_{H_2O}}{2 \rho g} \right)^{(1/3)} .$$

25. Se tiene una tubería por la que circula un caudal de agua de 80 l/min, como se indica en la figura.

- Calcule las velocidades en la parte ancha y angosta de la tubería (si sus radios son 5cm y 3 cm)
- Calcule la diferencia de altura  $h$  en los tubos verticales ( $P_{atm} = 1009 \text{ hPa}$ )
- Si ambos tubos tienen radio muy pequeño ( $r = 3 \text{ mm}$ ), calcule cómo varía la diferencia de altura  $h$  tomando en cuenta la tensión superficial (para el agua el coeficiente de tensión superficial es de  $72.8 \text{ dyn/cm}$  con ángulo de contacto  $\theta = 0$ ).

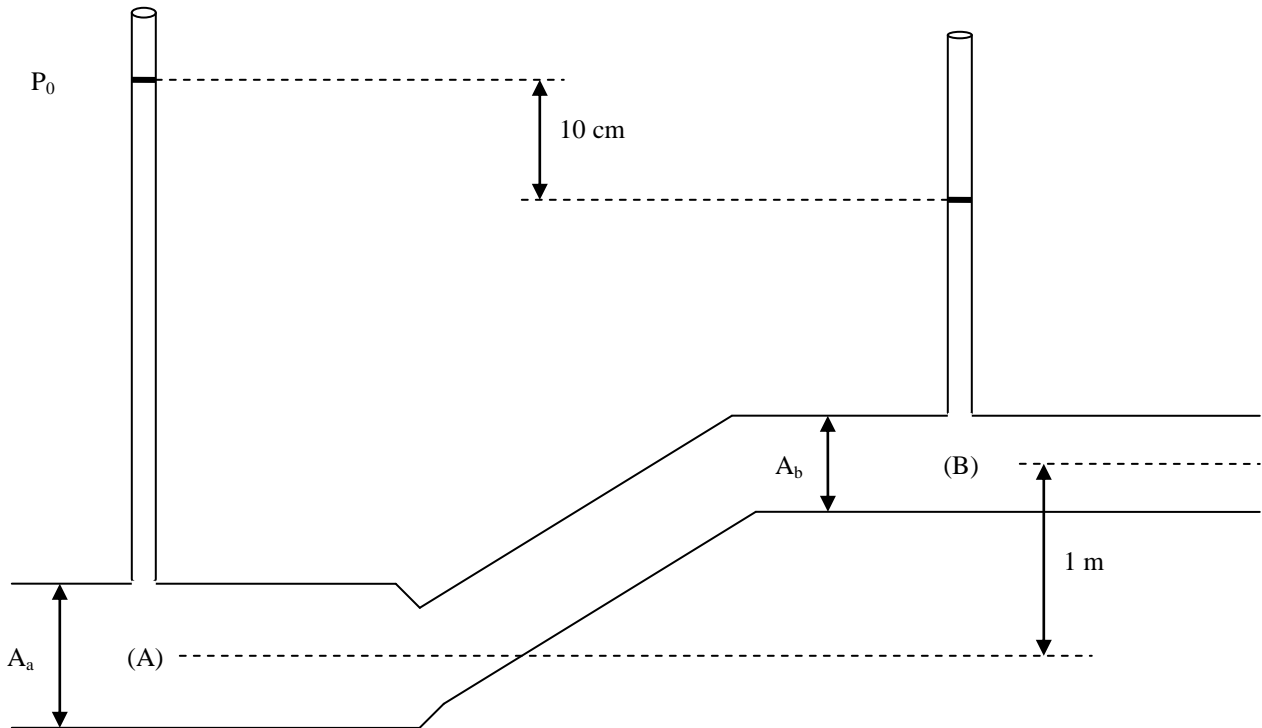




26. Se dispone de una cañería como muestra la figura, por la que circula agua (densidad  $1000 \text{ kg/m}^3$ ). En el punto indicado como (B) el área se reduce a la mitad de su valor en (A), siendo  $A_a = 36 \text{ cm}^2$ . Se han acoplado dos tubos verticales al sistema de 1 mm de radio. La presión externa es  $P_0 = 1010 \text{ hPa}$ .

- Sin considerar efectos de capilaridad, halle la diferencia de presiones entre (A) y (B).
- Usando el dato anterior calcule las velocidades en los puntos (A) y (B) ¿Cuál es el caudal que circula por la cañería?
- ¿Cuánto vale la corrección a la altura de cada columna por capilaridad? ¿Cómo cambiarían los resultados anteriores si se considera ahora la tensión superficial del agua?

Datos= tensión superficial del agua=  $72.8 \text{ dyn/cm}$ , ángulo de contacto=  $0^\circ$ ,  $g=9.81 \text{ m/s}^2$



27. Se tiene una configuración de cañerías como muestra la figura. El tanque tiene un área  $A_1 = 5 \text{ m}^2$  y contiene agua ( $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ) que sale por un tubo de área  $A_2 = 40 \text{ cm}^2$  ubicado en la parte inferior. En el punto indicado como "b" el área se ha reducido a la mitad de su valor en "a" ( $A_3 = A_2 / 2$ ). El caudal que circula por la tubería es de  $Q = 2000 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Se ha acoplado al sistema un tubo capilar cilíndrico de radio 1mm. Suponga presión atmosférica ( $P_0 = 1010 \text{ hPa}$ ) en la parte superior del tanque (el tanque no es hermético).

- Calcule las velocidades y presiones del fluido en los puntos indicados como "a" y "b".
- Determine la altura  $h$  que alcanza el líquido en el tubo capilar ¿En qué porcentaje contribuye la capilaridad a dicha altura?

Datos:  $1 \text{ Pa} = 10 \text{ dyn/cm}^2$ ,  $g = 981 \text{ cm/s}^2$ , tensión superficial del agua =  $\gamma = 72.8 \text{ dyn/cm}$ , ángulo de contacto  $\theta = 0^\circ$ .

