

**Responsable del Tratamiento:** Universitat Politècnica de València (UPV)

**Finalidad:** Prestación del servicio público de educación superior en base al interés público de la UPV (Art. 6.1.e del RGPD).

**Ejercicio de derechos y segunda capa informativa:** Podrán ejercer los derechos reconocidos en el RGPD y la LOPDGDD de acceso, rectificación, oposición, supresión, etc., escribiendo al correo [dpd@upv.es](mailto:dpd@upv.es).

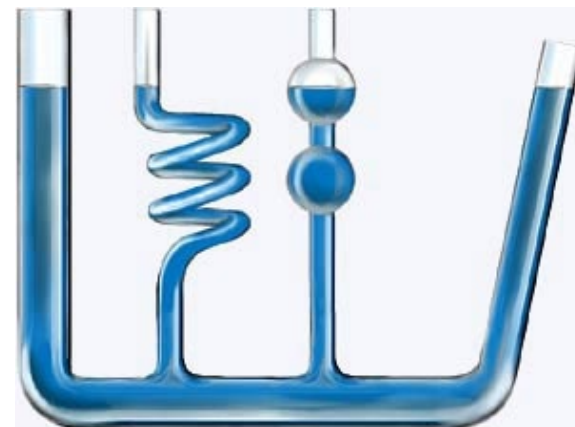
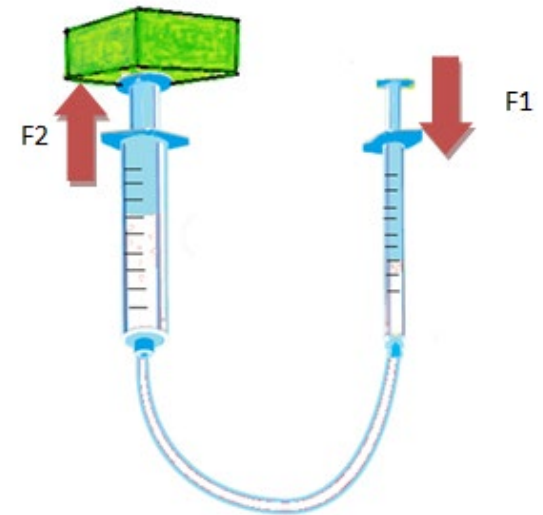
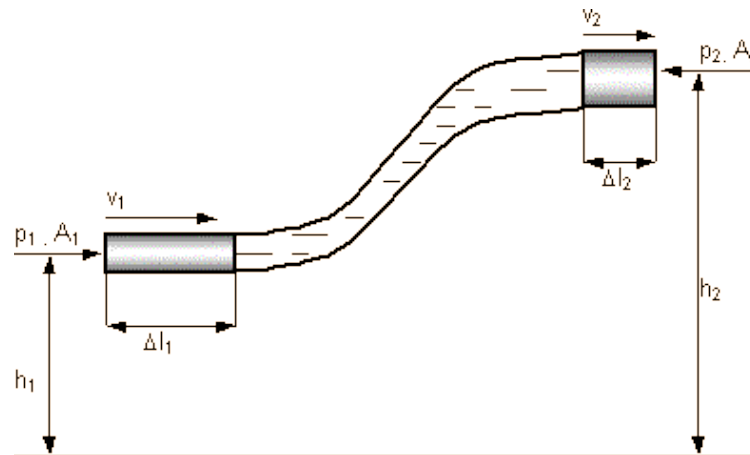
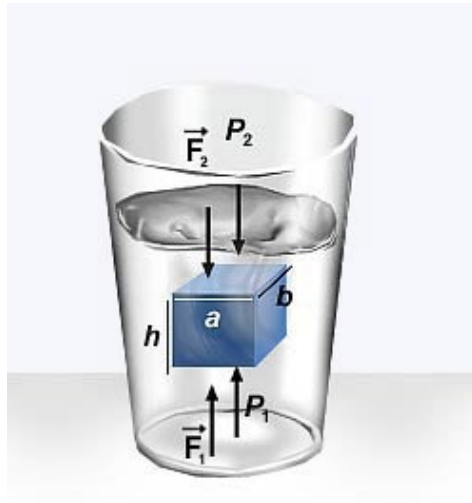
Para obtener más información sobre el tratamiento de sus datos puede visitar el siguiente enlace: <https://www.upv.es/contenidos/DPD>.

**Propiedad Intelectual:** Uso exclusivo en el entorno del aula virtual.

Queda prohibida la difusión, distribución o divulgación de la grabación de las clases y particularmente su compartición en redes sociales o servicios dedicados a compartir apuntes.

La infracción de esta prohibición puede generar responsabilidad disciplinaria, administrativa y/o civil.

# Física de fluidos



# Densidad



$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{dM}{dV} \quad \text{kg/m}^3$$

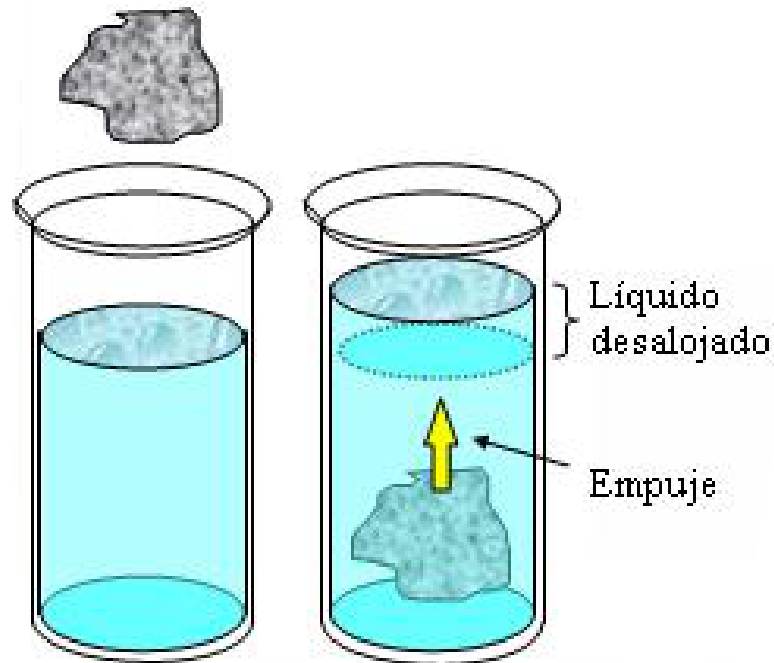
$$\sigma = \frac{M}{S} = \frac{dM}{dV}$$

$$\lambda = \frac{M}{L} = \frac{dM}{dL} \quad \text{kg/m}$$

# Principio de Arquímedes



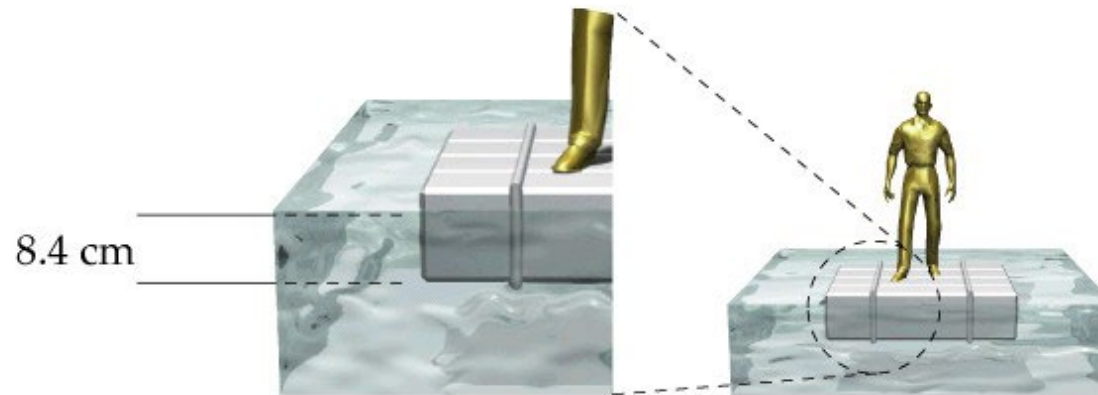
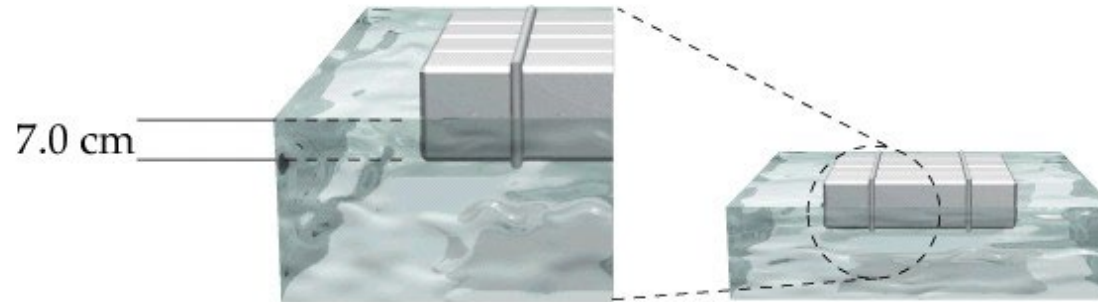
- **Principio de Arquímedes:** todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado.



# Problema

Una plataforma flotante de área  $A$ , espesor  $h$  y masas  $600\text{kg}$  flota en agua tranquila permaneciendo sumergida una distancia de  $7\text{cm}$ . Cuando una persona sube a la plataforma, la parte sumergida de la plataforma es  $8,4\text{cm}$ . ¿Cuál es la masa de esta persona?

SOL:  $m=120\text{ kg}$ .



# Problema



Un barco que navega por agua de mar (densidad específica 1,03) entra en un puerto situado en el estuario de un río de agua dulce, donde lógicamente se hunde ligeramente. Cuando descarga 600 000 kg en el puerto, vuelve a su posición original. Suponiendo que los laterales del barco son verticales en la línea de flotación, calcular la masa del barco antes de la descarga.

SOL:  $2,06 \cdot 10^7$  kg.



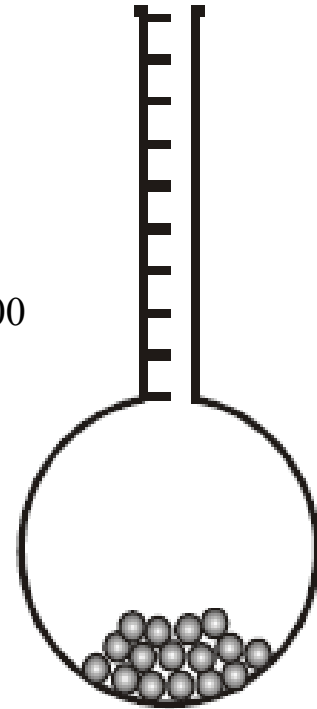
# Problema (2020)



Según una leyenda, en el siglo III a.C., el rey Hierón II gobernaba Siracusa. Siendo un rey ostentoso, pidió a un orfebre que le crease una hermosa corona de oro, para lo que le dio un lingote de oro puro. Una vez el orfebre hubo terminado, le entregó al rey su deseada corona. Entonces las dudas comenzaron a asaltarle. La corona pesaba lo mismo que un lingote de oro, pero ¿y si el orfebre había sustituido parte del oro de la corona para engañarle? Ante la duda, el rey Hierón hizo llamar a Arquímedes, que vivía en aquel entonces en Siracusa. Según la leyenda, Arquímedes resolvió este problema pesando la corona primero en el aire y luego sumergiéndola completamente en agua. El dinamómetro marcaba 7,84 N cuando la corona estaba en el aire y 6,84 N cuando estaba sumergida en el agua. ¿Qué debería haberle contestado Arquímedes al rey? Justifica la respuesta.

Datos: densidad del agua  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Densidad del oro  $19300 \text{ kg/m}^3$

# Problema (2003-04)



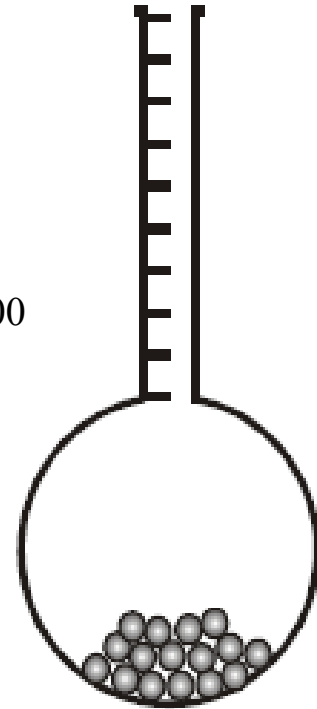
El hidrómetro de la figura es un dispositivo para medir la densidad de los líquidos. El depósito contiene perdigones de plomo, y la densidad del líquido se puede medir directamente a partir del nivel de líquido en la escala calibrada. El volumen del depósito esférico es de  $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ , la longitud del vástago de la escala es de 0,20 m, su diámetro 0,005 m y la masa del vidrio 0,006 kg.

- a) ¿Qué masa de perdigones debe añadirse para que el líquido de menor densidad que pueda medirse sea de  $900 \text{ kg/m}^3$ ?
- b) ¿Cuál es la máxima densidad de un líquido que pueda medirse?
- c) Si el hidrómetro se introduce en agua destilada, ¿qué longitud del vástago aparece por debajo del nivel del agua?
- d) Si la escala calibrada tiene una separación entre divisiones correspondiente a  $20 \text{ kg/m}^3$ , ¿serán equidistantes las divisiones?

SOL: a) 15,53 g. b)  $1076,7 \text{ kg/m}^3$ . c) 7,8 cm. d) No.



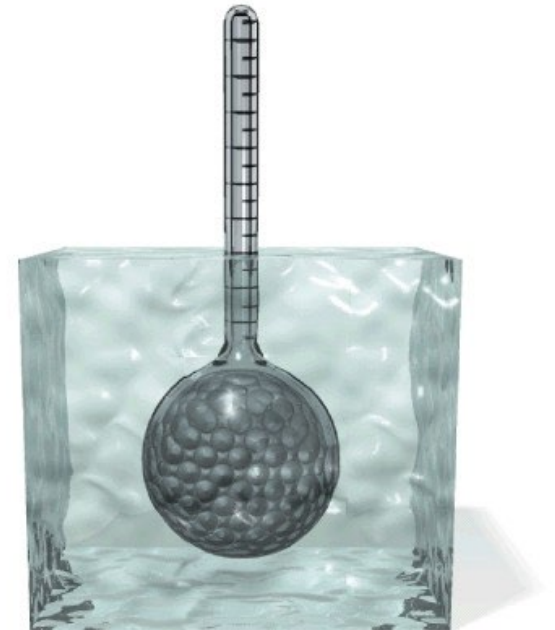
# Problema (2003-04)



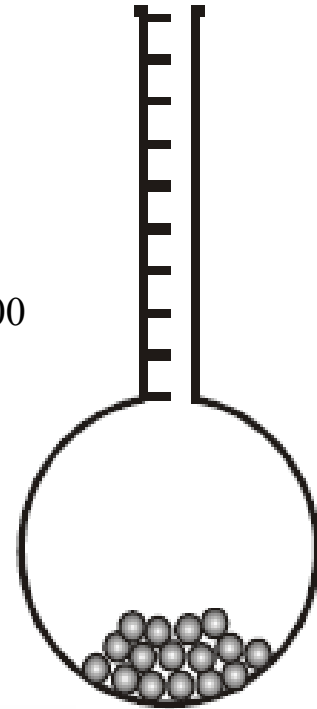
El hidrómetro de la figura es un dispositivo para medir la densidad de los líquidos. El depósito contiene perdigones de plomo, y la densidad del líquido se puede medir directamente a partir del nivel de líquido en la escala calibrada. El volumen del depósito esférico es de  $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ , la longitud del vástago de la escala es de 0,20 m, su diámetro 0,005 m y la masa del vidrio 0,006 kg.

- a) ¿Qué masa de perdigones debe añadirse para que el líquido de menor densidad que pueda medirse sea de  $900 \text{ kg/m}^3$ ?
- b) ¿Cuál es la máxima densidad de un líquido que pueda medirse?
- c) Si el hidrómetro se introduce en agua destilada, ¿qué longitud del vástago aparece por debajo del nivel del agua?
- d) Si la escala calibrada tiene una separación entre divisiones correspondiente a  $20 \text{ kg/m}^3$ , ¿serán equidistantes las divisiones?

SOL: a) 15,53 g. b)  $1076,7 \text{ kg/m}^3$ . c) 7,8 cm. d) No.



# Problema (2003-04)



El hidrómetro de la figura es un dispositivo para medir la densidad de los líquidos. El depósito contiene perdigones de plomo, y la densidad del líquido se puede medir directamente a partir del nivel de líquido en la escala calibrada. El volumen del depósito esférico es de  $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ , la longitud del vástago de la escala es de 0,20 m, su diámetro 0,005 m y la masa del vidrio 0,006 kg.

a) ¿Qué masa de perdigones debe añadirse para que el líquido de menor densidad que pueda medirse sea de  $900 \text{ kg/m}^3$ ?

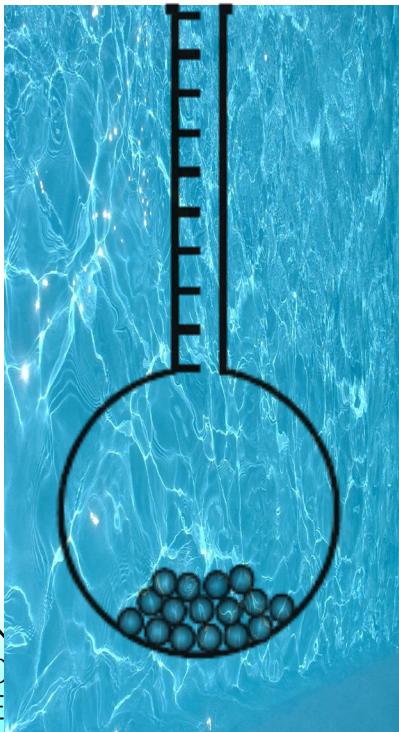
b) ¿Cuál es la máxima densidad de un líquido que pueda medirse?

c) Si el hidrómetro se introduce en agua destilada, ¿qué longitud del vástago aparece por debajo del nivel del agua?

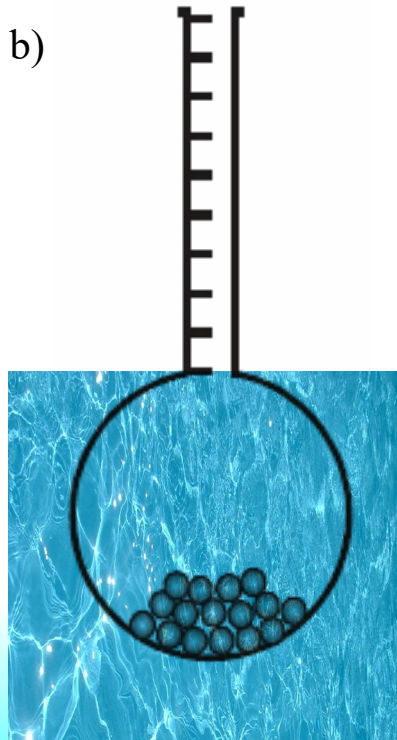
d) Si la escala calibrada tiene una separación entre divisiones correspondiente a  $20 \text{ kg/m}^3$ , ¿serán equidistantes las divisiones?

SOL: a) 15,53 g. b)  $1076,7 \text{ kg/m}^3$ . c) 7,8 cm. d) No.

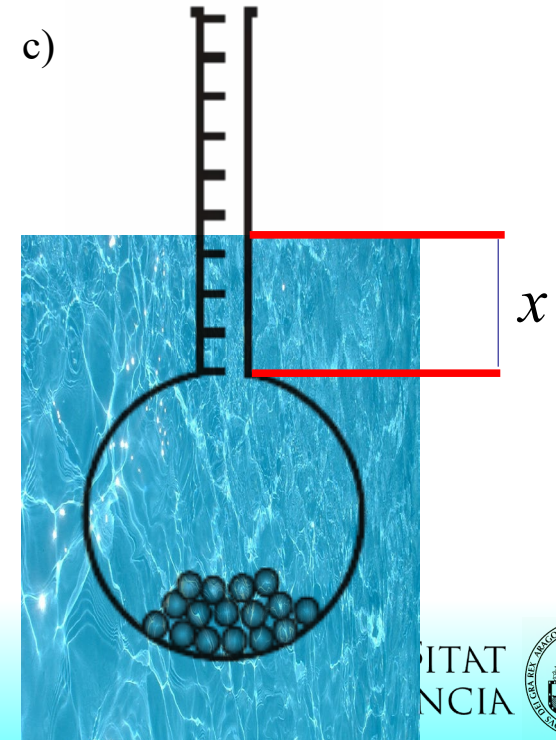
a)



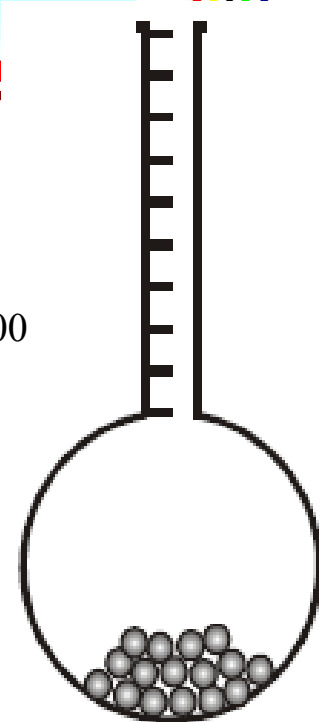
b)



c)



# Problema (2003-04)



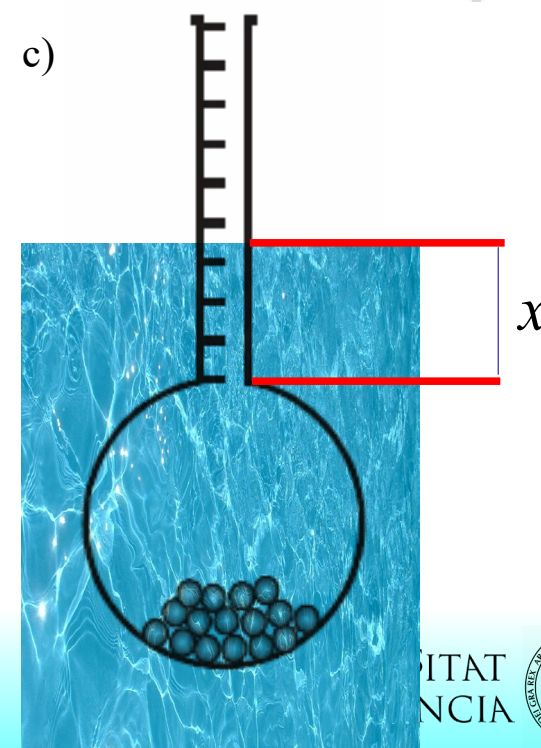
El hidrómetro de la figura es un dispositivo para medir la densidad de los líquidos. El depósito contiene perdigones de plomo, y la densidad del líquido se puede medir directamente a partir del nivel de líquido en la escala calibrada. El volumen del depósito esférico es de  $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ , la longitud del vástago de la escala es de 0,20 m, su diámetro 0,005 m y la masa del vidrio 0,006 kg.

- ¿Qué masa de perdigones debe añadirse para que el líquido de menor densidad que pueda medirse sea de  $900 \text{ kg/m}^3$ ?
- ¿Cuál es la máxima densidad de un líquido que pueda medirse?
- Si el hidrómetro se introduce en agua destilada, ¿qué longitud del vástago aparece por debajo del nivel del agua?
- Si la escala calibrada tiene una separación entre divisiones correspondiente a  $20 \text{ kg/m}^3$ , ¿serán equidistantes las divisiones?

SOL: a) 15,53 g. b)  $1076,7 \text{ kg/m}^3$ . c) 7,8 cm. d) No.

d)

| $\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$ | $x \text{ (m)}$ |
|--------------------------------|-----------------|
| 920                            | 0.2             |
| 940                            | 0,1735088775    |
| 960                            | 0,1481450368    |
| 980                            | 0,1238380228    |
| 1000                           | 0,1005231318    |
| 1020                           | 0,0781408364    |
| 1040                           | 0,0566362781    |
| 1060                           | 0,0359588183    |
| 1080                           | 0,0160616399    |



# Problema

Un recipiente contiene agua y hielo, de tal manera que cuando tenemos 10 g de hielo el nivel del agua está enrasado con el borde del recipiente. Si todo el hielo se fusiona, pasando a líquido, ¿cuántos gramos de agua se verterán fuera del recipiente? (Tómese como valor de la densidad a 0°C, para el hielo,  $\rho_h = 916,8 \text{ kg/m}^3$ , y para el agua líquida  $\rho_l = 999,8 \text{ kg/m}^3$  densidad del hielo).

Una de las consecuencias previstas del calentamiento global del planeta es la subida del nivel del mar debido al deshielo de las masas de hielo de la superficie del planeta.

Se dice que el deshielo del océano ártico no contribuye a la subida del nivel del mar, mientras que el deshielo del continente antártico sí. Justifica dicha afirmación.



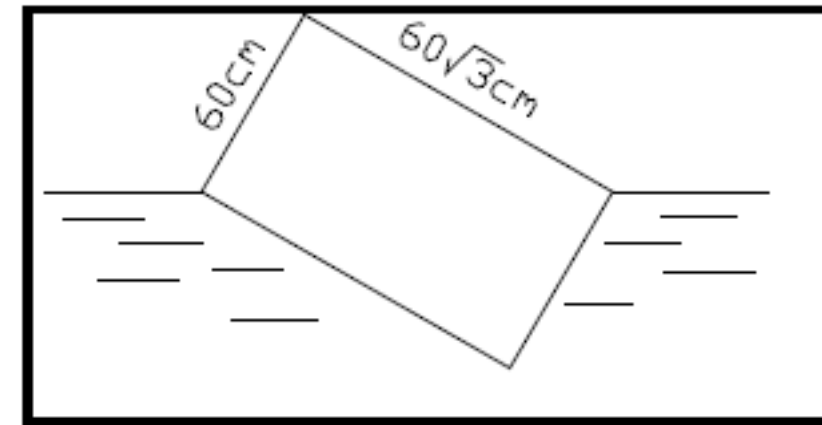


# Problema



Un bloque homogéneo en forma de paralelepípedo recto de densidad relativa 0,5 tiene una longitud de 1,5m y la sección representada en la figura. Determinése, para la posición indicada, el par restaurador que tiende a enderezarlo.

SOL: 458,3 Nm



# Presión

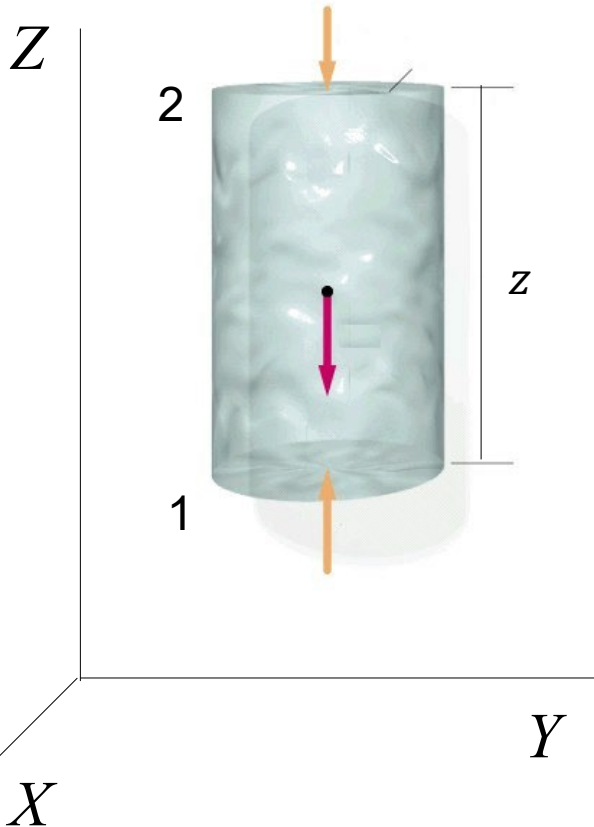


- Presión: fuerza por unidad de área

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{Pa} = \text{N/m}^2$$

| Atmósfera<br>76 cm columna de Hg | $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 bar                            | $10^5 \text{ Pa}$             |

# Equilibrio hidrostático



$$\left. \begin{aligned} \rho &= cte \\ g &= cte \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow p_1 - p_2 = \rho g(z_2 - z_1)$$

# Vasos comunicantes

- Vasos comunicantes: el líquido alcanza el mismo nivel en la superficie libre del líquido.



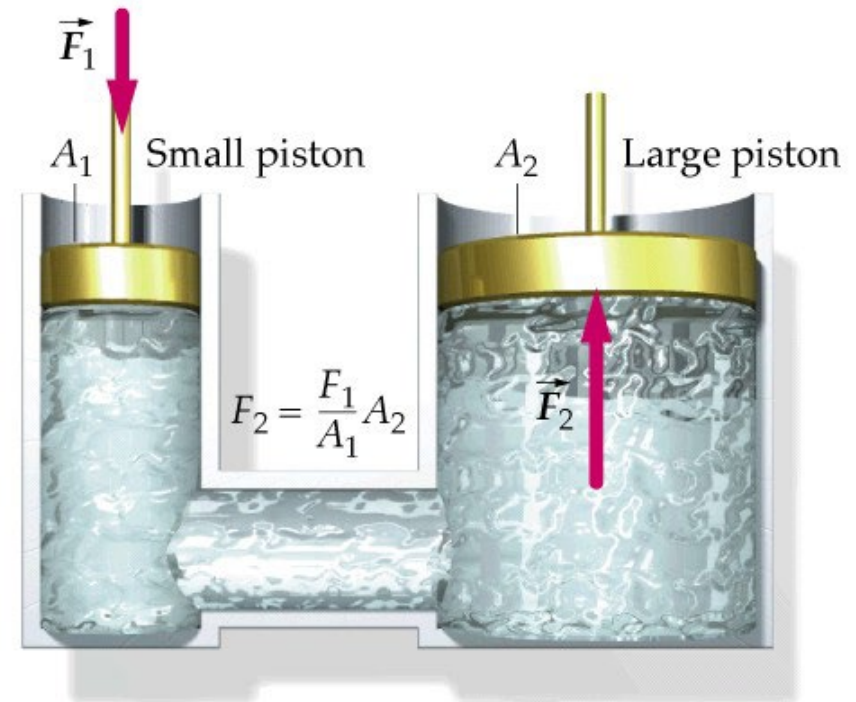


# Prensa hidráulica

- Aplicación: prensa hidráulica

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

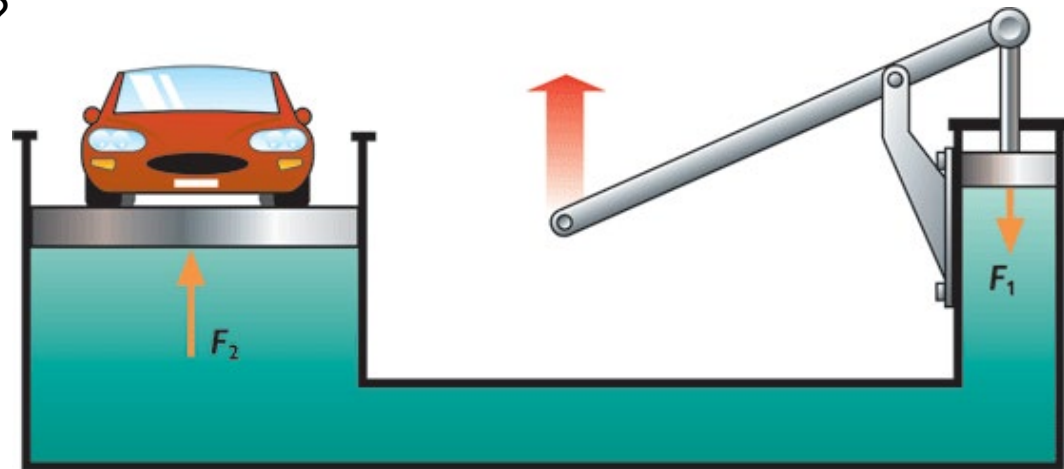


# Problema



El émbolo grande de un elevador hidráulico tiene un radio de 20cm. a) ¿Qué fuerza debe aplicarse al émbolo pequeño de radio 2cm para elevar un coche de masa 1500kg? b) ¿Y si el émbolo pequeño es de 0,2cm? c) En ambos casos, ¿Cuánto se eleva el coche cuando el émbolo pequeño se desplaza 10 cm?

SOL: a) 147 N. b) 1,47 N. c) 0,1 cm;  $10^{-3}$  cm.



# Problema



El émbolo grande de un elevador hidráulico tiene un radio de 20cm. a) ¿Qué fuerza debe aplicarse al émbolo pequeño de radio 2cm para elevar un coche de masa 1500kg? b) ¿Y si el émbolo pequeño es de 0,2cm? c) En ambos casos, ¿Cuánto se eleva el coche cuando el émbolo pequeño se desplaza 10 cm?

SOL: a) 147 N. b) 1,47 N. c) 0,1 cm;  $10^{-3}$  cm.

a)

$$F_1 S_1 = F_2 S_2 \Rightarrow F_1 = F_2 \frac{S_1}{S_2}$$
$$= 1500 \times 9,8 \frac{2^2 \pi^2}{20^2 \pi^2} = 147 \text{ N}$$

b)

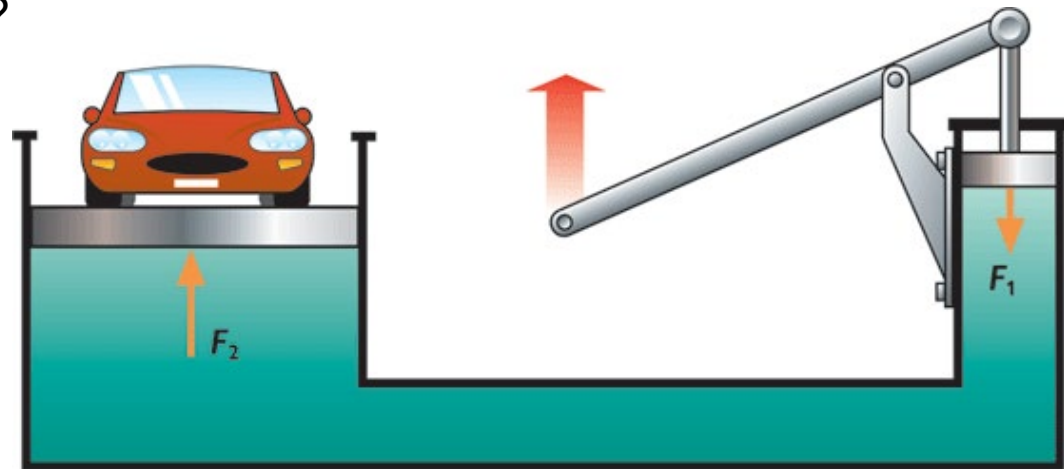
$$F_1 = F_2 \frac{S_1}{S_2} = 1500 \times 9,8 \frac{0,2^2 \pi^2}{20^2 \pi^2} = 1,47 \text{ N}$$

c)

$$V_1 = V_2 \Rightarrow S_1 d_1 = S_2 d_2 \Rightarrow d_2 = d_1 \frac{S_1}{S_2}$$

$$\text{Caso a) } d_2 = 10 \frac{2^2 \pi^2}{20^2 \pi^2} = 0,1 \text{ cm}$$

$$\text{Caso b) } d_2 = 10 \frac{0,2^2 \pi^2}{20^2 \pi^2} = 0,001 \text{ cm}$$



# Problema (2004-05)



Un hombre sostiene una manguera de jardín manteniendo la boquilla (de sección  $2,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ) en posición horizontal a 1,2 m del suelo. Si inicialmente no fluye agua, a) calcúlese la fuerza adicional necesaria para mantener la manguera inmóvil después de haber abierto el agua, si el flujo de salida es de 6 kg/s, b) calcúlese la distancia horizontal que recorre el agua antes de llegar al suelo, c) determínese la presión que ejerce sobre el suelo si se puede suponer que la colisión es totalmente inelástica y que incide sobre una sección de suelo de  $0,3 \text{ m}^2$ . (Nota: considérese la densidad del agua  $10^3 \text{ kg/m}^3$ )

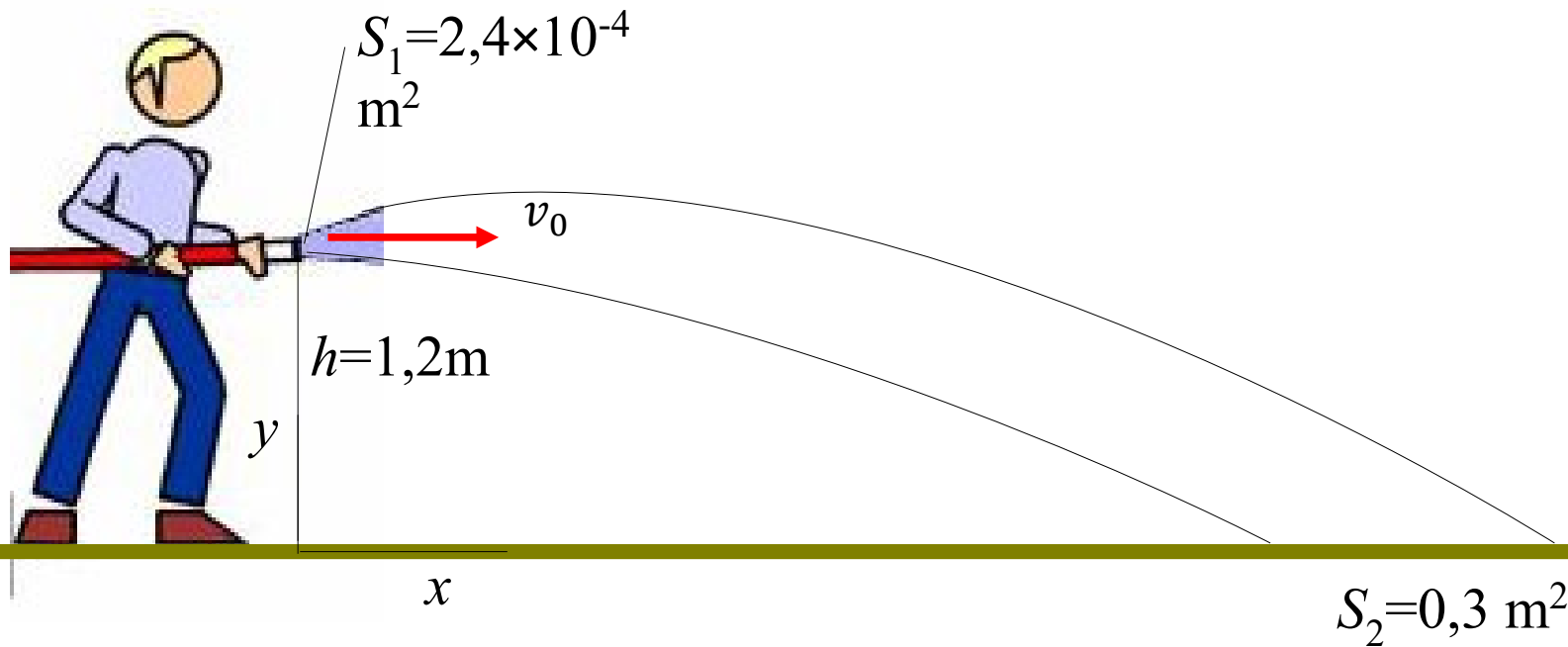
SOL: a) 150 N. b) 12,37 m. c) 97 Pa.

# Problema (2004-05)



Un hombre sostiene una manguera de jardín manteniendo la boquilla (de sección  $2,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ) en posición horizontal a 1,2 m del suelo. Si inicialmente no fluye agua, a) calcúlese la fuerza adicional necesaria para mantener la manguera inmóvil después de haber abierto el agua, si el flujo de salida es de 6 kg/s, b) calcúlese la distancia horizontal que recorre el agua antes de llegar al suelo, c) determínese la presión que ejerce sobre el suelo si se puede suponer que la colisión es totalmente inelástica y que incide sobre una sección de suelo de  $0,3 \text{ m}^2$ . (Nota: considérese la densidad del agua  $10^3 \text{ kg/m}^3$ )

SOL: a) 150 N. b) 12,37 m. c) 97 Pa.



# Gas ideal



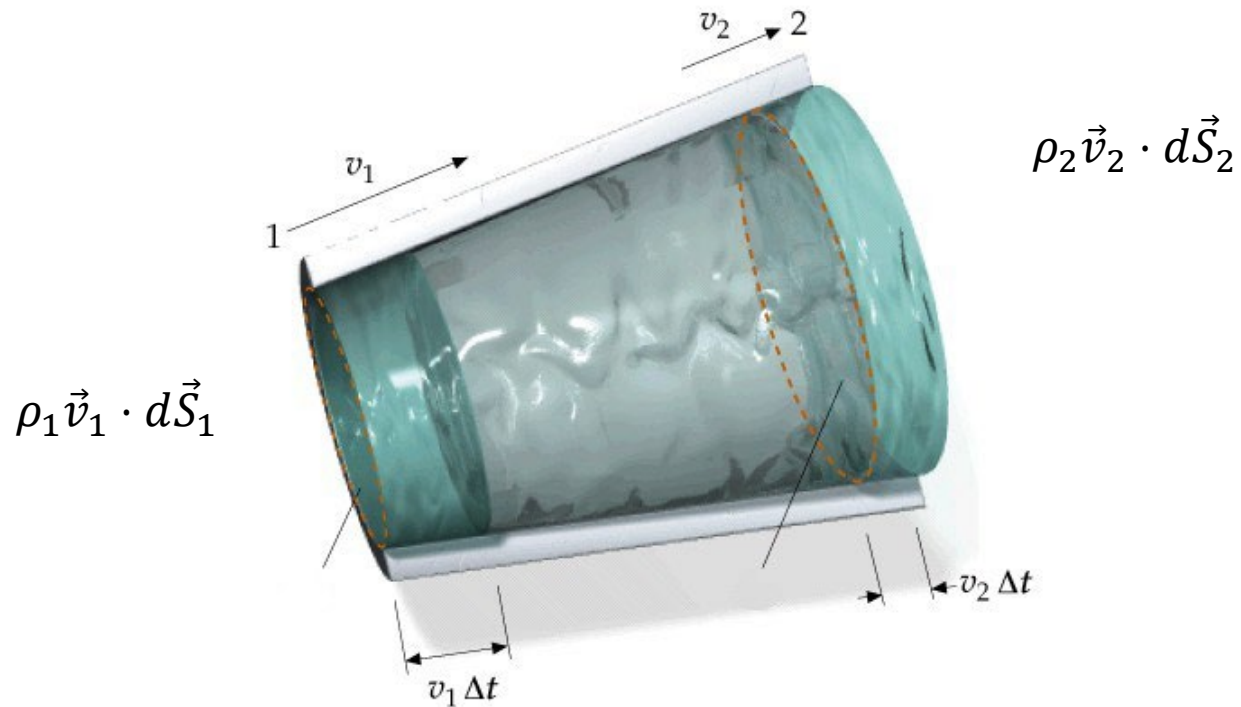
$$pV = nRT$$

$$R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 0,082 \text{ l atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



# Ecuación de continuidad



$$\vec{v}_1 \cdot \vec{S}_1 = \vec{v}_2 \cdot \vec{S}_2$$

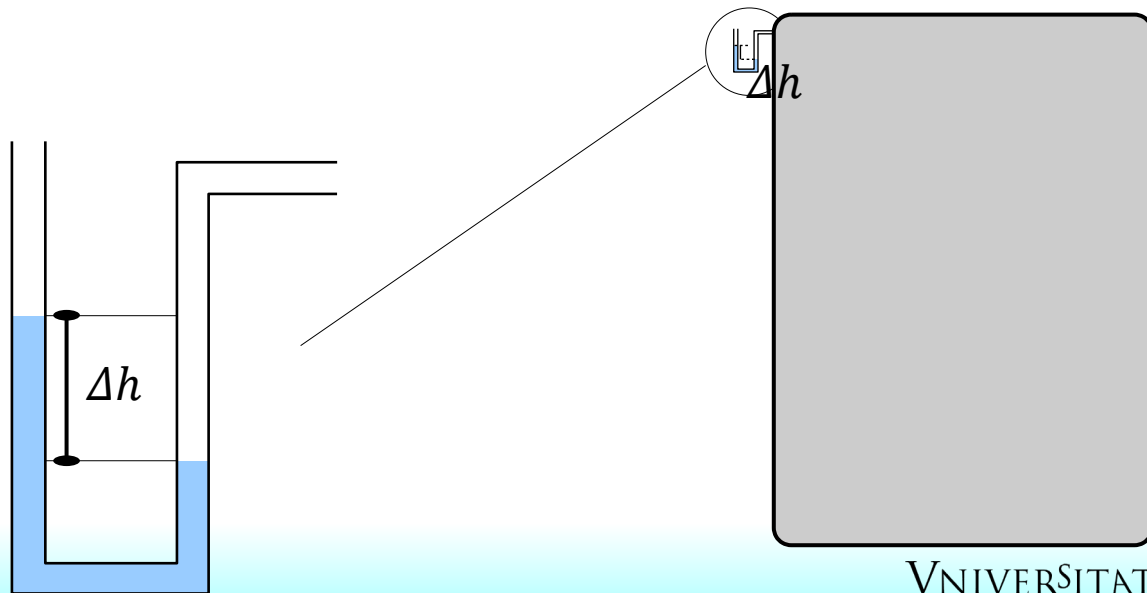
# Problema



Un recipiente de altura  $H = 6,5$  m, contiene nitrógeno. La presión en la parte de arriba del recipiente se mide con ayuda de un tubo barométrico en forma de U. Este tubo está lleno de agua, alcanzando ésta una altura  $\Delta h = 875$  mm entre las ramas. La presión atmosférica vale 1020 mbar y la temperatura ambiente  $20$  °C. Supóngase que la densidad es constante, y que el nitrógeno se comporta como gas ideal. Determínese: a) la presión  $p$  del nitrógeno en la parte superior del recipiente; b) la presión  $p'$  en la parte inferior del mismo. c) ¿Es una buena aproximación considerar la densidad constante?

SOL:  $p = 1,10575 \cdot 10^5$  Pa;  $p' = 1,10656 \cdot 10^5$  Pa

Sí es una buena aproximación.



# Problema

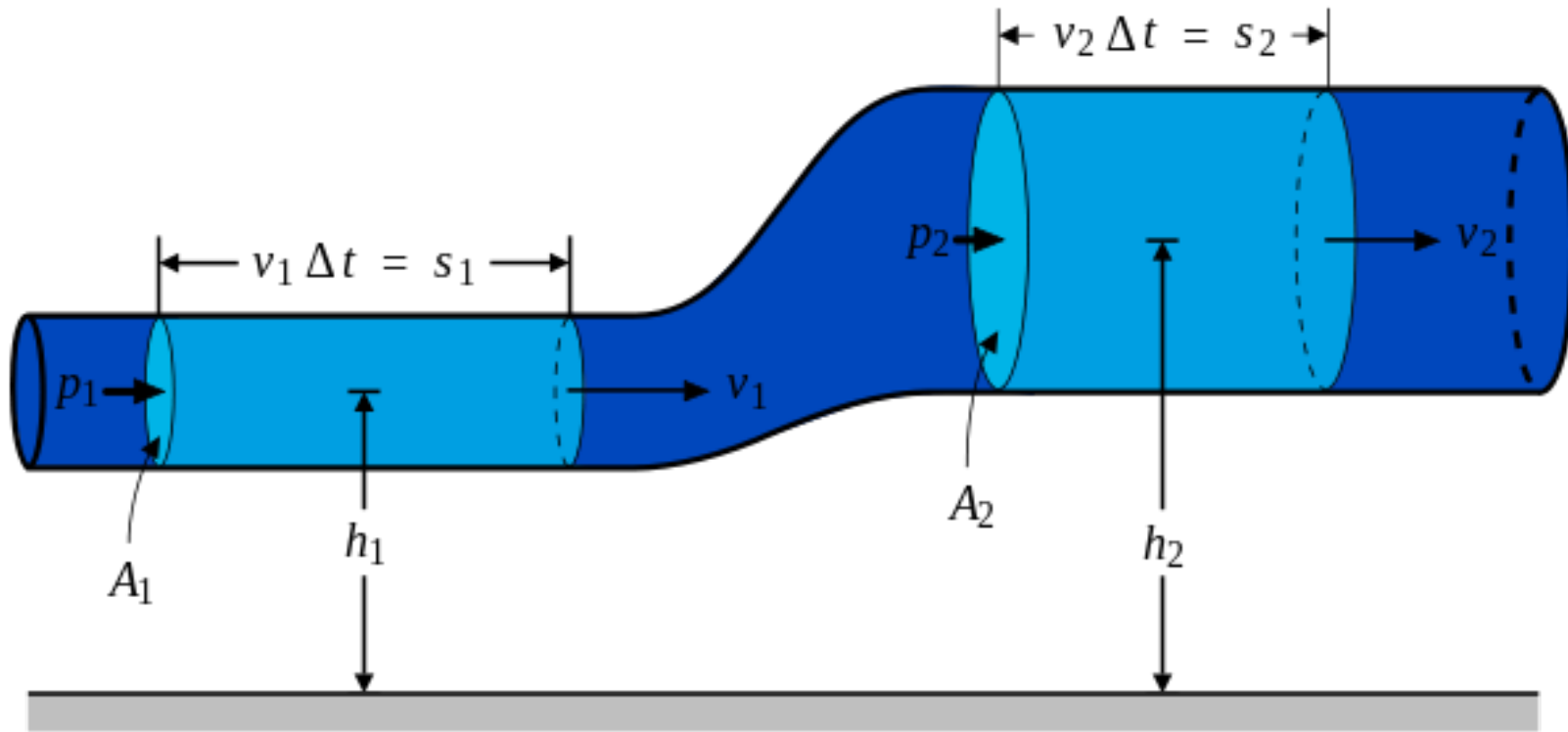


Un tubo en U de  $1\text{cm}^2$  de sección contiene mercurio. Se vierte agua en una de las ramas y en la otra alcohol de densidad  $0,75\text{g/cm}^3$ , hasta que las dos superficies libres están al mismo nivel. En ese momento la longitud de la columna de agua es  $h=20\text{cm}$ . ¿Cuál será la longitud de la columna de alcohol  $h'$ ? ¿Cuántos gramos de alcohol habría que añadir para que las dos superficies de mercurio estén al mismo nivel? DATO:  $\rho_{\text{Hg}}=13,6\text{g/cm}^3$   
SOL: 19,61 cm; 5,3 g

# Teorema de Bernoulli



$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

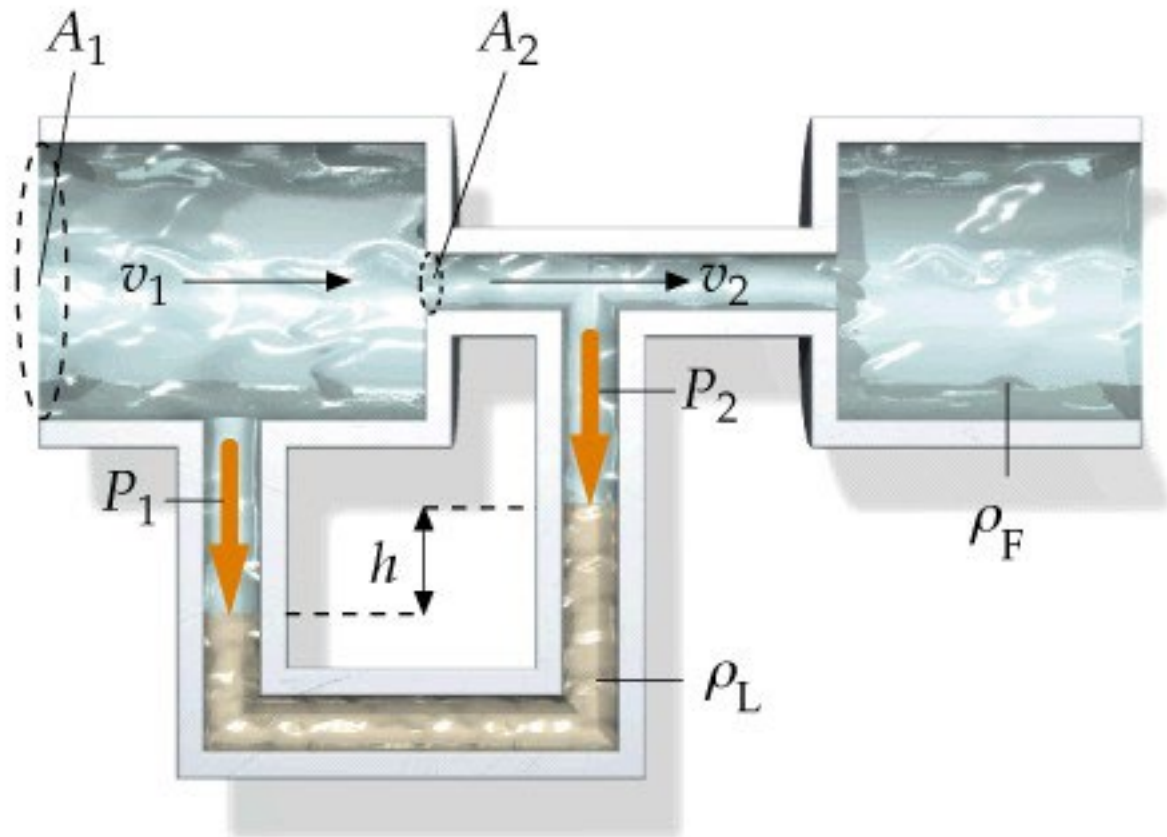


# Problema



Un *venturímetro* es un aparato para medir el flujo por unidad de tiempo de un fluido. Un fluido de densidad  $\rho_F$  pasa a través de un tubo de área transversal  $A_1$  que posee un estrechamiento de área  $A_2$ . Las dos partes de la conducción están conectadas por un tubo manométrico en forma de U parcialmente lleno de un líquido de densidad  $\rho_L$ . Como la velocidad de flujo es mayor en el estrechamiento, la presión en esta sección es menor que en la parte más ancha de la tubería. La diferencia de presión viene medida por la diferencia  $h$  de los niveles del líquido en el tubo en U. Expresar la velocidad  $v_1$  en función de la altura medida  $h$  y las magnitudes conocidas  $\rho_F$ ,  $\rho_L$  y  $r=A_1/A_2$ .

SOL:  $v_1$   
$$= \sqrt{2\rho_L g h / \rho_F (r^2 - 1)}$$



# Problema



Una fuente se diseña para lanzar un chorro vertical de agua al aire. La boquilla tiene un diámetro de 1cm y se encuentra al nivel del suelo. La tubería que conduce el agua desde la bomba, que se encuentra a 4m bajo el suelo y da un caudal de 2 litros/s, hasta la fuente, tiene un diámetro de 2cm. Determinénse la presión en la bomba y la altura sobre el suelo que alcanzará el chorro de agua.

SOL: 4,39 atm; 33,1 m

# Problema



El nivel de agua de un embalse que abastece a un canal está constantemente a 50m sobre éste. La tubería, de 50cm de diámetro interior, desagua a razón de  $1,25\text{m}^3/\text{s}$ . Calcúlese la diferencia de presión entre la tubería y la parte superior del embalse.

SOL:  $4,7 \times 10^5 \text{ Pa}$



# Problema



Un depósito grande de agua tiene, a una profundidad  $h$  respecto a la superficie libre del agua, un orificio prolongado por un pequeño tubo, como puede verse en la figura.

- a) Hallar la distancia  $x$  alcanzada por el flujo de agua que sale del tubo.
- b) Demostrar que existen dos valores de  $h$  que son equidistantes del punto  $H/2$  que dan la misma distancia  $x$ .
- c) Demostrar que  $x$  es máxima cuando  $h=H/2$ . ¿Cuál es el valor de esta distancia máxima  $x$ ?

SOL: a)

$$x = 2 \sqrt{h(H - h)}$$

