

Física 2 - Práctico 2

Dinámica de Fluidos

Instituto de Física, Universidad de la República

Considere que la presión atmosférica es $P_0 = 101,325 \text{ kPa}$ y la densidad del agua $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

2.1. Flujo másico y volumétrico

Se tienen dos tanques independientes, 1 y 2, cada uno con una gran abertura en la parte superior y con líquidos diferentes en su interior. Se practica un pequeño orificio en el costado de cada tanque a la misma profundidad h debajo de la superficie del líquido, pero el orificio del tanque 1 tiene la mitad de área de sección transversal que el orificio del tanque 2.

- ¿Cuál es la razón ρ_1/ρ_2 de las densidades de los fluidos si se observa que el flujo de masa es el mismo a través de los dos orificios?
- ¿Cuál es la razón entre los flujos volumétricos a la salida de ambos tanques?
- ¿Cuál debería ser la nueva altura del fluido sobre el orificio del tanque 2 para hacer que la cantidad de flujo volumétrico en el tanque dos sea igual a la del tanque 1? ¿Qué ocurre con los flujos másicos en ese caso?

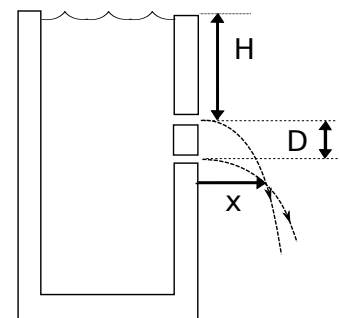
2.2. Manguera de jardín

Una manguera de jardín que tiene un diametro interno de 20 mm está conectada a un aspersor que consta simplemente de un accesorio con 24 orificios, cada uno con $1,3 \text{ mm}$ de diametro. Si el agua de la manguera tiene una velocidad de $v = 1,0 \text{ m/s}$, ¿a qué velocidad sale por los orificios del aspersor?

2.3. Tanque con orificios

Un tanque abierto a la atmósfera tiene dos orificios, uno encima del otro, practicados en una de sus paredes. Los orificios tienen área S mucho menor que el área abierta del tanque, y se encuentran separados una distancia $D = 20 \text{ cm}$ (ver figura). En el tanque se introduce agua de forma tal que el nivel de la misma se mantiene constante a una altura $H = 10 \text{ cm}$ por encima del orificio superior. Calcular la distancia x a la cual se intersectan los chorros de agua que salen por los orificios, como muestra la figura.

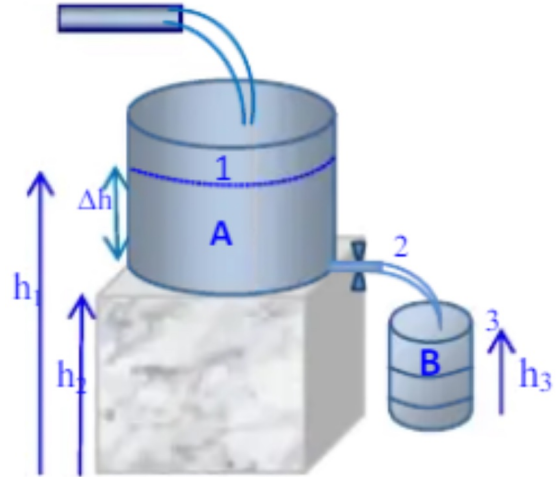
Nota: El recipiente es suficientemente alto como para que los chorros se intersecten antes de llegar al suelo.



2.4. Tanque descargando -Examen Febrero 2023-

En la figura se muestra una tubería descargando agua con un gasto de 1,5 litros por segundo en un tanque *A* que tiene un radio de 60 cm. A su vez, este tanque descarga a través de una llave de paso con radio de 0,64 cm a otro tanque *B* de 30 cm de radio y 90 cm de altura. El tanque *A* se encuentra sobre un pedestal a una altura $h_2 = 1,5$ m sobre el nivel del suelo. El tanque *B* se encuentra sobre el suelo. Calcular:

- La altura a la cual el nivel de agua en el tanque *A* se estabiliza.
- La velocidad del agua al llegar a la boca del tanque *B*, o sea el punto 3 de la figura.
- Asumiendo que la altura del tanque *A* está estabilizada y que inicialmente el tanque *B* está vacío, calcule el tiempo que tarda en llenarse el tanque *B*.

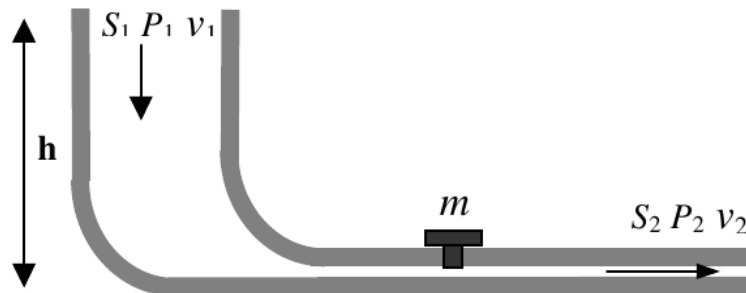


2.5. Tubería con tapón

Un caño que cambia de sección puede transportar agua (ver figura). A la entrada del caño, una bomba ejerce una presión $P_1 = 2P_0$, siendo P_0 la presión atmosférica. La parte del caño que está horizontal tiene un orificio de sección inferior cuadrada de lado L , cerrado por un tapón de masa m . Suponga que el tapón no tiene fricción con las paredes del recipiente.

- Cuando el fluido está en reposo, ¿qué condición deberá cumplir la altura h para que el tapón no 'salte' y la fuerza normal entre el caño y el tapón sea nula?
- Considere el valor límite de h calculado anteriormente y suponga que el fluido se mueve con una velocidad de entrada v_1 conocida. ¿Cuál es la fuerza normal que la parte exterior del caño ejerce sobre la base de la cabeza del tapón?

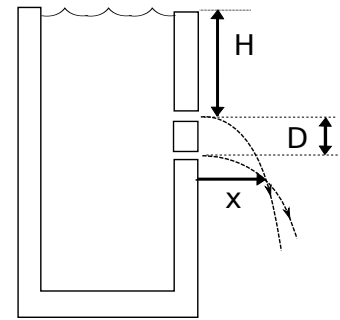
Importante: Entre la base de la cabeza del tapón y la superficie exterior del caño **siempre** existe una cantidad no despreciable de aire a presión P_0 . Para que dicha presión desaparezca, se debería succionar el aire de la zona mediante una bomba de vacío.



2.6. Tanque con orificios

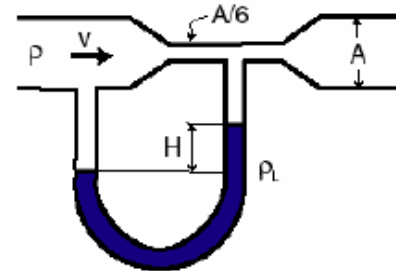
Un tanque abierto a la atmósfera tiene dos orificios, uno encima del otro, practicados en una de sus paredes. Los orificios tienen área S mucho menor que el área abierta del tanque, y se encuentran separados una distancia $D = 20 \text{ cm}$ (ver figura). En el tanque se introduce agua de forma tal que el nivel de la misma se mantiene constante a una altura $H = 10 \text{ cm}$ por encima del orificio superior. Calcular la distancia x a la cual se intersectan los chorros de agua que salen por los orificios, como muestra la figura.

Nota: El recipiente es suficientemente alto como para que los chorros se intersecten antes de llegar al suelo.



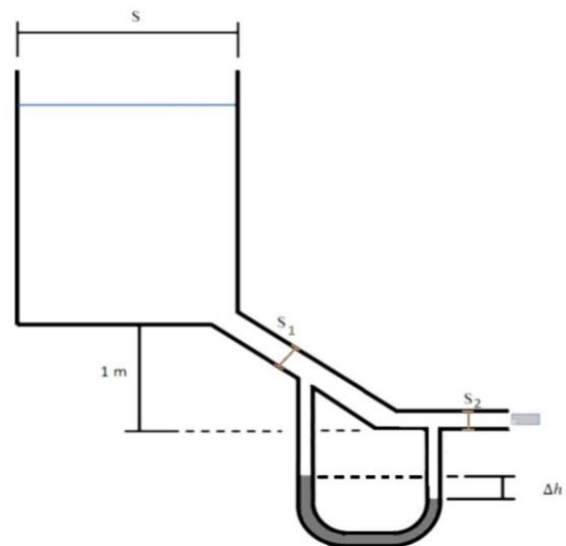
2.7. Tubo de Venturi

Un fluido que puede modelarse como un fluido ideal e incompresible de densidad ρ fluye en régimen laminar por un tubo horizontal de sección cilíndrica y uniforme A , excepto en un pequeño tramo donde presenta un estrangulamiento uniforme de sección $A/6$. Un tubo en forma de U conecta ambas secciones, como se muestra en la figura. El tubo en U contiene otro líquido inmisible con el primero y de densidad mayor $\rho_L = 13,6\rho$. Si la diferencia de niveles entre los meniscos del líquido en el tubo en U vale $H = 10,0 \text{ cm}$, determinar la velocidad v del fluido que fluye por el tubo de sección A .



2.8. Manómetro conectado a un tanque -Primer parcial, primer semestre 2021-

Se tiene agua en un tanque de volumen $V = 100 \text{ l}$ y sección transversal uniforme $S = 50,0 \text{ cm}^2$, que está abierta a la atmósfera como se muestra en la figura. En la parte inferior sale un tubo inclinado, que desciende $1,0 \text{ m}$, y se conecta con un tubo de salida horizontal, que inicialmente está cerrado por un tapón. Un lado de un manómetro de mercurio se conecta en la mitad del tubo inclinado y la otra a la salida, como se ve en la figura. El nivel en el tanque se mantiene siempre al mismo nivel mediante un sistema no especificado y el tubo inclinado tiene una sección $S_1 = 2,0 \text{ cm}^2$ y el tramo horizontal tiene una sección $S_2 = 1,0 \text{ cm}^2$, como indica la figura. Determine:



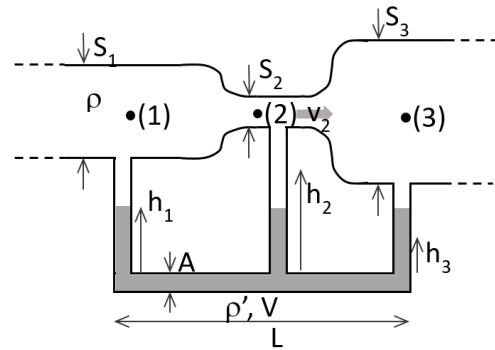
- La fuerza de fricción ejercida sobre el tapón.
- La diferencia de nivel del mercurio en el manómetro.

Se destapa el tapón y comienza a fluir el agua

- Determine la velocidad de salida del agua.
- ¿La diferencia de alturas en el manómetro de mercurio es igual, menor o mayor que en el caso anterior? Argumente brevemente y calcule dicha diferencia.

2.9. Examen Julio 2017

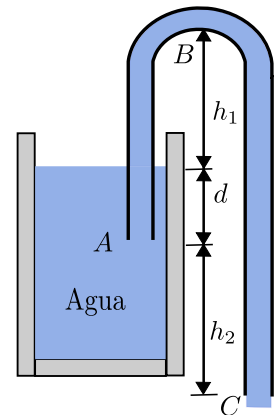
Se tiene un dispositivo como el de la figura, compuesto por un caño en posición horizontal por el que circula agua con un flujo volumétrico de 3 l/s . El caño cambia de sección dos veces, pasando de S_1 a S_2 y luego a S_3 , con $S_1 = 3S_2$, $S_3 = 5S_2$ y $S_2 = 5 \text{ cm}^2$. A cada sección se le conecta un tubo vertical de sección $A = 1 \text{ cm}^2$ uniforme y que contiene un fluido de densidad ρ' , con $\rho' = 13,6\rho$ (donde ρ es la densidad estandar del agua en condición ambiente). Los tubos verticales están unidos por un tubo en posición horizontal de largo $L = 70 \text{ cm}$ y de igual sección A . Se define a h como la altura de cada columna de fluido de densidad ρ' .



- Hallar las diferencias de presiones entre las secciones 1 y 2 y entre las secciones 2 y 3.
- En la ilustración todas las columnas del fluido aparecen de la misma altura, pero eso no es correcto. Explique brevemente (sin hacer cuentas) cuál columna tendrá mayor y altura y cuál tendrá menor.
- Hallar la altura de cada columna h_1 , h_2 y h_3 , sabiendo que la masa total de fluido de densidad ρ' en la instalación es de $1,836 \text{ kg}$
NOTA: El dibujo no está a escala! Los radios de los tubos horizontales son mucho más pequeños que las alturas h . En consecuencia, se pueden usar las aproximaciones usadas en el desarrollo teórico del problema de Venturi.

2.10. Sifón

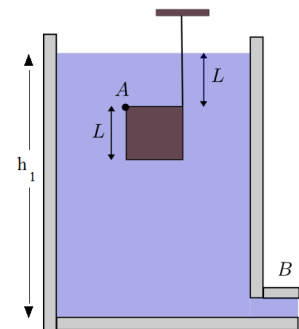
Un sifón es un aparato para extraer líquido de un recipiente sin inclinarlo. Funciona como se muestra en la figura. El tubo debe estar lleno inicialmente, pero una vez se ha hecho esto, el líquido fluirá hasta que el nivel descienda por debajo de la abertura del tubo en A .



- ¿A qué velocidad sale el líquido del tubo en C ?
- ¿Cuál es la presión del líquido en el punto más elevado B ?
- ¿Cuál es la mayor altura h_1 posible a la que el sifón puede elevar el agua?

2.11. Cubo sumergido

Un cubo de lado L se encuentra sumergido en un recipiente que contiene un fluido de densidad ρ a una altura h_1 (medida desde el fondo del tanque). El cubo se fija a una de las paredes del recipiente a través de un eje sin fricción que pasa por el punto A , perpendicular al dibujo. A su vez está unido al techo mediante una cuerda inextensible. La superficie del fluido se encuentra a una altura L sobre el cubo. Considere que la densidad del material con la que está hecho el cubo es ρ' , con $\rho' > \rho$.



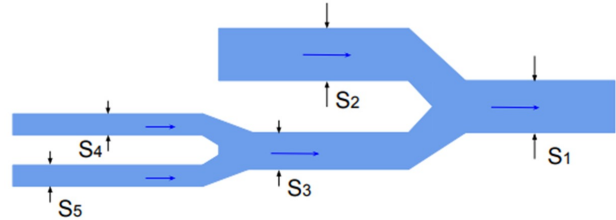
- Calcule la tensión en la cuerda para que el cubo se mantenga en reposo, cuando la válvula ubicada en el punto B está cerrada.

b) Se abre la válvula del punto B y comienza la descarga del recipiente.

Suponga que la cuerda soporta una tensión máxima de ruptura T_{max} y que esta tensión es menor que la mitad del peso del bloque. Halle la altura mínima d , medida desde la base del cubo, para que la cuerda no se rompa.

2.12. Continuidad en bifurcaciones

La figura muestra un sistema de cañerías. Dos caños de igual diámetro $d_4 = d_5 = 20\text{ mm}$ se unen en un caño de diámetro $d_3 = 25\text{ mm}$ por el cual el agua fluye a velocidad $v_3 = 2,6\text{ m/s}$, luego este último y un caño de diámetro $d_2 = 40\text{ mm}$ y $v_2 = 2,3\text{ m/s}$ se unen en un caño de sección S_1 y velocidad $v_1 = 2,9\text{ m/s}$.

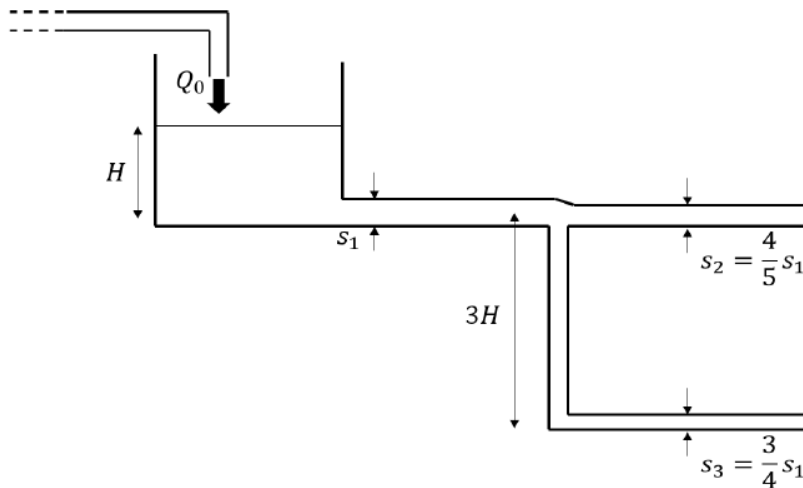


a) Halle la sección S_1 .

b) Halle la velocidad del fluido a través del caño de sección S_4 si se sabe que el agua fluye a $v_5 = 2,0\text{ m/s}$ por el caño de sección S_5 .

2.13. Carga y descarga - primer parcial, segundo semestre 2017

La figura muestra un sistema compuesto por un gran tanque abierto a la atmósfera y dos caños de descarga (también abiertos a la atmósfera). Se desea que el nivel del tanque se mantenga constante a una altura H con respecto a su base. El caño de descarga principal tiene sección S_1 , mientras que las bifurcaciones tienen secciones $S_2 = 4S_1/5$ y $S_3 = 3S_1/4$. El caño de sección S_3 descarga a una cota de $3H$ por debajo de la descarga del caño de sección S_2 . El tanque es alimentado por un flujo volumétrico (caudal) Q_0 constante, a determinar.



a) Determinar el caudal Q_0 de modo que el nivel de agua permanezca constante.

b) Se desea que la velocidad no supere en ningún punto cierto valor v_0 . ¿Cuál es la altura máxima H_{max} que permite esta condición?.

c) Determinar la menor presión del sistema.

2.14. Conservación de la energía

a) Bomba de agua

¿Cuál es la mínima potencia eléctrica que requiere una bomba de agua para trasegar agua 10 m de altura, si debe hacerse a razón de $1,0\text{ l/s}$ mediante una tubería de $1,0\text{ cm}$ de diámetro?

b) Represa Hidroeléctrica

Demostrar que la potencia generada por una represa hidroeléctrica verifica: $\dot{E} = \dot{m}g(H_E - H_R)$ donde H_E es la altura del agua en el embalse y H_R es la altura del agua en el río, aguas arriba y aguas abajo (respectivamente) de donde se encuentran las turbinas generadoras.

Referencia: Problema 1, Examen del 30 de julio de 2014.

2.15. Preguntas

P1: ¿Por qué se vuelve más angosta la corriente de agua después de salir por una canilla?

P2: Explique por qué una chimenea más alta crea un mejor tiro para extraer el humo fuera del hogar.
¿Por qué no se extiende el humo en el recinto en que se halla el fuego?

P3: ¿Sería mejor que un aeroplano al despegar se moviese en contra o a favor del viento? ¿Y al aterrizar?