

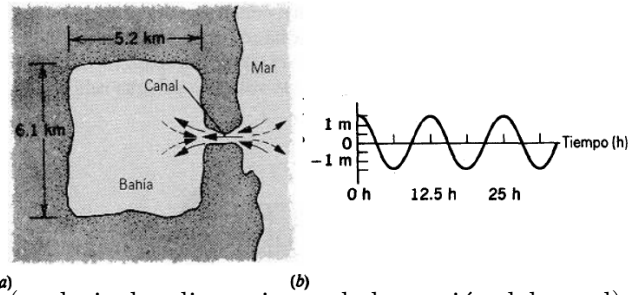
Física 2 - Práctico 4

Dinámica de Fluidos

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

4.1 Bahía al mar

Las corrientes de las mareas en los canales angostos que unen a las bahías costeras con el océano pueden ser muy rápidas. El agua debe fluir hacia la bahía al elevarse la marea y salir de nuevo al mar durante la bajamar. Considere la bahía rectangular mostrada en la figura como un recipiente que se comunica con el mar por medio de un canal de 190 m de ancho y $6,5\text{ m}$ de profundidad (es decir, las dimensiones de la sección del canal). La gráfica de la figura muestra la variación del nivel de agua (respecto al nivel medio) en la bahía a lo largo del tiempo. Asuma que el agua fluye con velocidad uniforme a lo largo de la sección entera del canal.



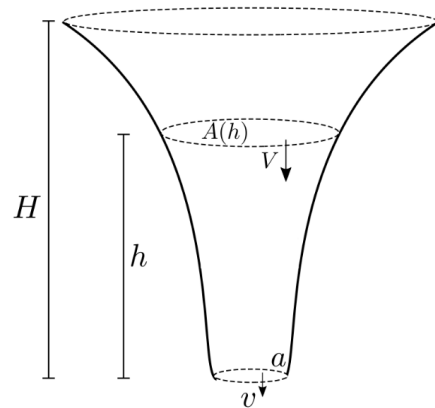
(a) (b)

- Halle una expresión para la velocidad de entrada de agua a la bahía en función del tiempo.
- Calcule los instantes de tiempo para los cuales dicha velocidad es máxima, y halle el valor de dicha velocidad.
- Calcule o estime la velocidad media de entrada de agua a la bahía.

4.2 Examen Febrero 2019

Considere un recipiente de sección transversal $A(h)$ que depende de la altura h sobre la abertura inferior de área $A(h=0) = a$, como se muestra en la figura.

En el instante $t = 0$ se abre la abertura inferior, y a partir de ese momento se vacía el recipiente, que inicialmente se encontraba lleno de agua hasta una altura H .



- ¿Qué relaciones hay entre la velocidad de descenso del agua, $V(t)$, y la velocidad de salida del agua por la abertura inferior, $v(t)$?
- Si queremos imponer que $V(t)$ sea constante ($V(t) = V$), ¿cuál será la expresión para el área A en función de V , g , a y h ?
- En las condiciones de la parte anterior, si la altura inicial es $H = 60\text{ cm}$, el área de la abertura inferior es $a = 10\text{ mm}^2$, y queremos que el recipiente se vacíe en un minuto, ¿cuál será el valor de $A(H)$?

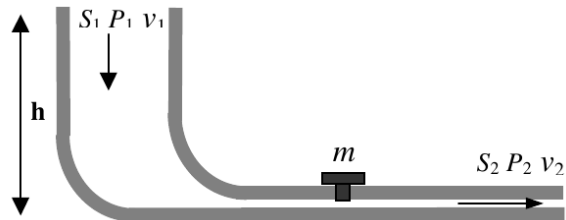
4.3 Velocidad de salida del tanque

Se tienen dos tanques, 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 de los líquidos, 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 en 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 2 sea igual a la del tanque 1? ¿Qué ocurre con los flujos másicos en ese caso?

4.4 Tubería con tapón

Un caño que cambia de sección transporta agua (ver figura). La presión del agua a la entrada es $P_1 = 2P_0$, siendo P_0 la presión atmosférica. El caño horizontal tiene un orificio de sección inferior cuadrada de lado L . La superficie superior del tapón tiene nueve veces el tamaño de la superficie inferior y el tapón tiene masa m . Suponiendo que el tapón no tiene fricción con las paredes del recipiente,

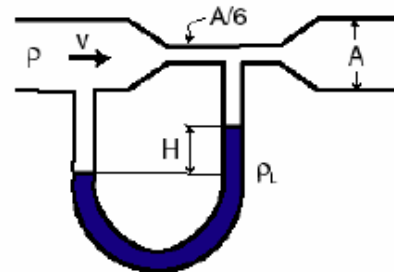


- ¿Cuál es la condición para que no “salte” el tapón cuando el fluido está en reposo ?
- Considere el valor límite de h calculado anteriormente y suponga que el fluido se mueve con una velocidad de entrada v_1 conocida. ¿Cuál es la fuerza normal que la parte exterior del caño ejerce sobre la base de 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.

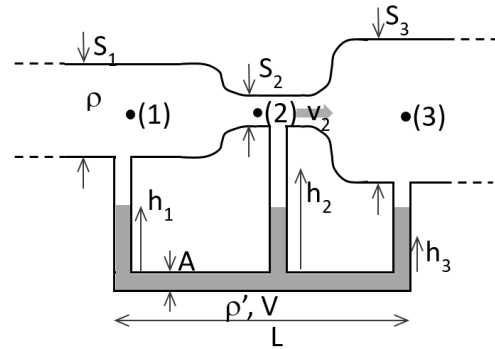
4.5 Tubo de Venturi

Un fluido ideal 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 inmiscible 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 $H = 10,0$ cm, determinar la velocidad v del fluido que fluye por el tubo de sección A .



4.6 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' .

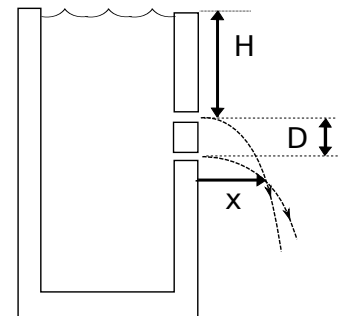


- Hallar las diferencias de presiones entre las secciones 1 y 2 y entre las secciones 2 y 3.
- En la ilustración todas las columnas del fluido aparecen de la misma altura, pero eso no es correcto. Explique brevemente (sin hacer cuentas) cuál columna tendrá mayor y altura y cuál tendrá menor.
- Hallar 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.

4.7 Tanque con orificios

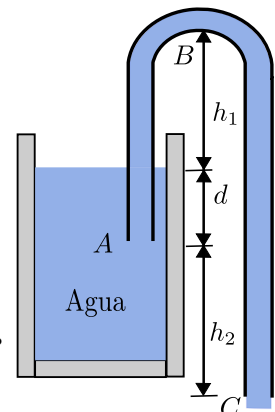
Un tanque abierto a la atmósfera tiene dos orificios, uno encima del otro, practicados en una de sus paredes. Los orificios tienen área S mucho menor que el área abierta del tanque, y se encuentran separados una distancia $D = 20 \text{ cm}$ (ver figura).



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 de forma que los chorros se intersectan antes de llegar al suelo.

4.8 Sifón

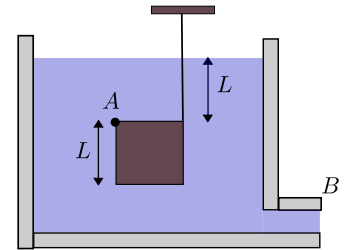
Un sifón es un aparato para extraer líquido de un recipiente sin inclinarlo. Funciona como se muestra en la figura. El tubo debe estar lleno inicialmente, pero una vez se ha hecho esto, el líquido fluirá hasta que el nivel descienda por debajo de la abertura del tubo en A . El líquido tiene una densidad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



- ¿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?

4.9 Cubo sumergido

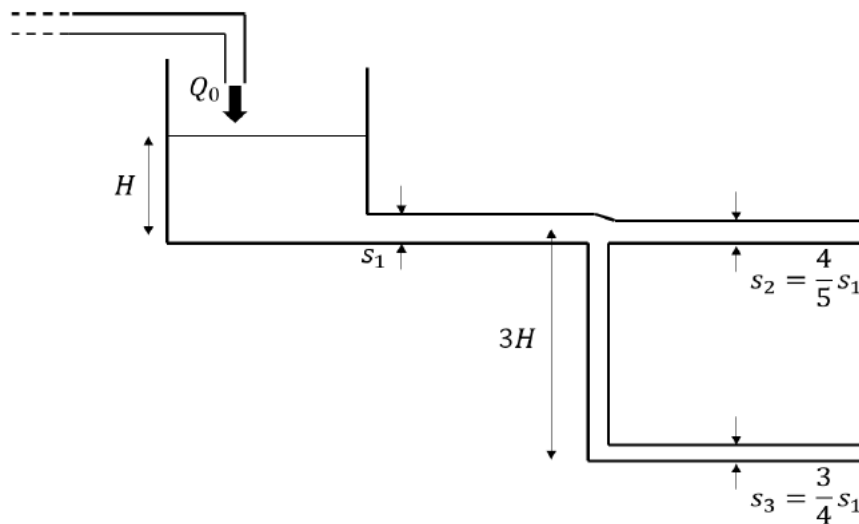
Un cubo de lado L se encuentra sumergido en un recipiente que contiene un fluido de densidad ρ a una altura h_1 (medida desde el fondo del tanque). El cubo se fija a una de las paredes del recipiente a través de un eje sin fricción que pase por el punto A , perpendicular al dibujo. A su vez está unido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



- Calcule la tensión en la cuerda para que el cubo se mantenga en reposo.
- Se abre la válvula ubicada en el punto B y comienza la descarga del recipiente. Suponga que la cuerda soporta una tensión máxima de ruptura T_{max} (suponga que esta tensión es menor que la mitad del peso del bloque). Halle la altura mínima h_2 , medida desde la base del cubo, para que la cuerda no se rompa.

4.10 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.

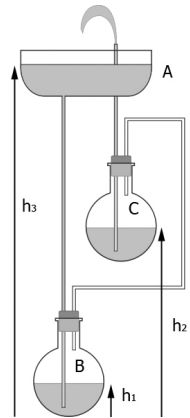


- Determinar el caudal Q_0 de modo que el nivel de agua permanezca constante.
- Se desea que la velocidad no supere en ningún punto cierto valor v_0 . ¿Cuál es la altura máxima H_{max} que permite esta condición?
- Determinar la menor presión del sistema.

4.11 Examen Diciembre 2011

La fuente de la figura fue inventada por el físico del siglo I Herón de Alejandría. Consiste en una pileta abierta A , cuyo nivel de agua en un cierto instante está a una altura h_3 sobre un nivel de referencia, un recipiente hermético B que recibe agua de la pileta y cuyo nivel se encuentra a una altura h_1 , el cual está conectado a otro recipiente hermético C , con nivel de agua h_2 . De dicho recipiente C parte el tubo por el cual sale el agua de la fuente. Considere que los tubos de conexión son lo suficientemente nos como para considerar que h_1 , h_2 y h_3 varían lentamente.

Determine la altura máxima por encima del nivel de referencia de la pileta abierta a la que llegará el chorro de la fuente en el instante mostrado en la figura.



4.12 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.

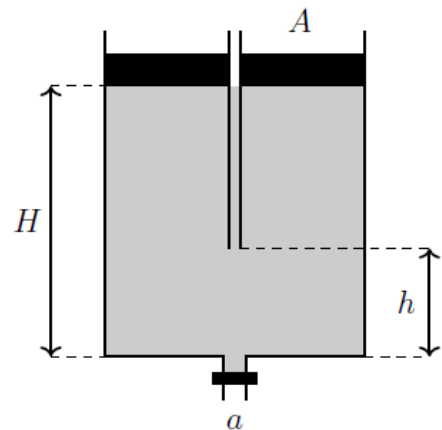
4.13 Jarra de jugo de naranja

Una jarra contiene 15 vasos de jugo de naranja. Cuando se abre la espita del fondo transcurren 12 s para llenar un vaso. Si dejamos la espita abierta, ¿cuánto tiempo tardarán en llenarse los 14 vasos restantes hasta agotar el jugo?

4.14 Examen Julio 2018

Considere un recipiente cilíndrico de área A , cerrado por encima por un tapón fijo atravesado por un tubo fino que llega hasta una altura h en relación al fondo del mismo. Inicialmente una llave de paso que cierra una salida de área a (no despreciable) está cerrada. Tanto el recipiente como el tubo están inicialmente llenos de agua hasta la altura del tapón, que está a una distancia H del fondo, como indica la figura.

Suponiendo que inmediatamente después de abrir la llave el tubo se llena completamente de aire y que el nivel de agua en el resto del recipiente no se alteró.

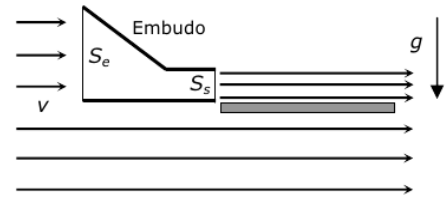


a) Calcule la velocidad de salida de agua del recipiente:

- i) cuando la altura del agua es $z > h$.
 - ii) cuando la altura del agua es $z < h$.
- b) Determine el tiempo que demora en vaciarse el recipiente:
- i) hasta la altura h .
 - ii) totalmente.
- c) Justifique la suposición hecha de que inmediatamente después de abrir la llave el tubo se llena de aire.

4.15 Placa flotante

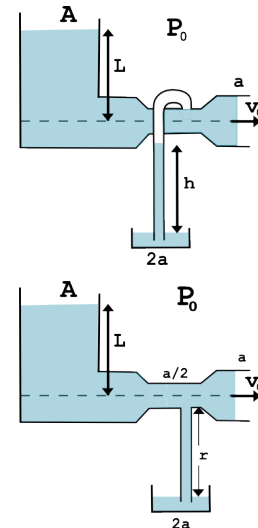
Un embudo de sección de entrada $S_e = 0,124 \text{ m}^2$ y sección de salida $S_s = S_e/4$ es utilizado para cambiar la velocidad de parte de un flujo laminar de aire de densidad $\rho_{\text{aire}} = 1,21 \text{ kg/m}^3$ y velocidad v , como se muestra en la figura. El aire a la salida del embudo pasa en forma rasante sobre la cara superior de una placa rectangular horizontal de área $A = 0,50 \text{ m}^2$, masa $m = 0,10 \text{ kg}$ y espesor despreciable. La placa se encuentra fija por unos soportes no mostrados en la figura. ¿Cuál debe ser el valor de la velocidad v del aire para que, una vez retirados los soportes, la placa se mantenga en la misma posición?



Nota: para este caso se supondrá que el aire actúa como un fluido ideal incompresible; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ y $P_0 = 100 \text{ kPa}$.

4.16 Tanque abierto (parcial 2 - 2010)

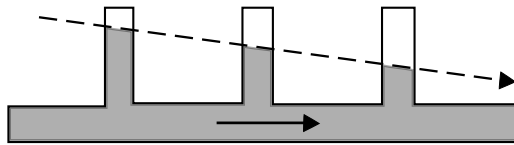
Sea un tanque T_1 que contiene un líquido de densidad ρ , abierto en su parte superior a la atmósfera a presión P_0 . El área del tanque es A y el nivel de dicho tanque respecto a la línea de descarga es L . El tanque T_1 descarga a la atmósfera a través de una tubería de área a (mucho menor que A), a una velocidad v_0 . En la línea de descarga hay una zona donde el tubo se angosta reduciendo el área a la mitad. En dicha zona se conecta un tubo en U (de sección $a/2$) cuyo otro extremo se sumerge en un segundo tanque T_2 abierto a la atmósfera. Este tanque T_2 contiene el mismo fluido y tiene área $2a$. El líquido de T_2 sube por el tubo en U una altura h con respecto al nivel final del tanque (ver figura). El sistema se encuentra en régimen.



- a) Calcular la velocidad v_0 en función de L .
- b) Calcular la altura h en función de L .
- c) Se sustituye el tubo en U por un tubo recto vertical con la misma sección $a/2$ que se conecta en la parte inferior de la sección fina del tubo de descarga, como se muestra en la figura. El tubo vertical se llena del fluido y cuando se alcanza el equilibrio, la distancia al nuevo nivel del tanque T_2 es r . Hallar r en función de L .

Preguntas para saber más:

- 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 contra el viento o con el viento? ¿Y al aterrizar?
- P4: La altura del líquido en los tubos derechos de la figura indica que la presión disminuye a lo largo del conducto, aun cuando éste tenga una sección transversal uniforme y el líquido que fluye sea incompresible. Explique.



- P5: Si una partícula sólida incidiera sobre una cuchara, “rebotaría”. Explique por qué el fluido “se pega” a la cuchara de la figura.

