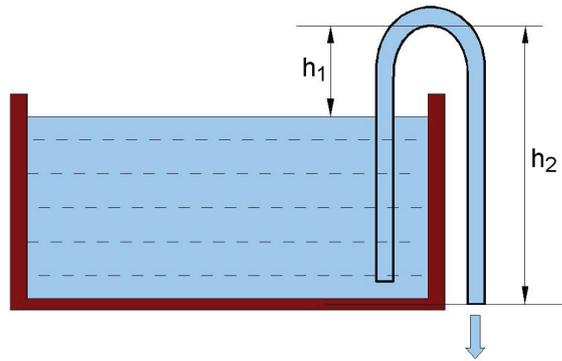


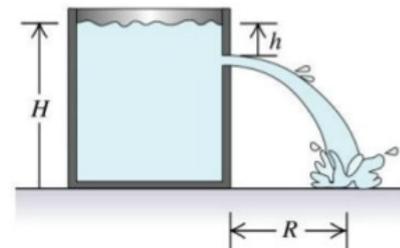
Física General II

Trabajo Práctico 5: Mecánica de Fluidos (II)

1. Por un tubo horizontal de 6 cm de diámetro circula agua, llenándolo completamente. El tubo tiene un estrangulamiento donde el diámetro es de 3.5 cm. Si la velocidad del agua en la parte ancha es de 1.2 m/s, determinar la velocidad en la parte estrecha y calcular cuánto tiempo tardará en llenarse un recipiente de 50 litros ubicado a la salida del tubo.
2. Durante un huracán, el aire (densidad = 1.2 kg/m^3) sopla repentinamente sobre el techo de una casa a una velocidad de 110 km/h. Calcular la fuerza ascensional sobre el techo, si éste es plano y tiene una superficie de 90 m^2 . ¿Cuáles son las aproximaciones realizadas sobre el fluido y sobre el flujo?
3. Se usa un sifón para drenar agua de un tanque, como se indica en la figura, siendo $h_1 = 30 \text{ cm}$ y $h_2 = 2 \text{ m}$. El tubo utilizado tiene un diámetro uniforme $d = 2.5 \text{ cm}$.
 - (a) Determinar el caudal del agua que sale por el extremo del tubo. ¿Es la velocidad del agua constante en todo el tubo? ¿Y su presión? Si para el cálculo se utiliza el teorema de Bernoulli, indicar la línea de corriente considerada.
 - (b) ¿Cuál es el límite en la altura h_1 tal que el sifón pueda funcionar, si la presión atmosférica es de 1 atm?
 - (c) Indicar las aproximaciones que se hayan realizado al responder (a) y (b).



4. La figura muestra un depósito grande de paredes verticales que contiene un cierto líquido de densidad ρ . Éste alcanza una altura H respecto de la base del depósito, y está siendo descargado a través de un orificio ubicado a una distancia h por debajo de la superficie. La parte superior del depósito está abierta a la atmósfera.
 - (a) Aplicando la ecuación de Bernoulli a una línea de corriente, determinar la rapidez con que sale el líquido por el orificio. Probar que el chorro choca contra el suelo a una distancia $R = 2\sqrt{h(H-h)}$ del tanque. Indicar las aproximaciones realizadas (en particular, ¿qué se entiende al enunciar que el depósito es "grande"?).
 - (b) Encontrar el valor de h tal que la distancia R sea máxima.
 - (c) Si se tapa el tanque herméticamente y se comienza a extraer aire, la presión en el interior se reducirá. Determinar cuál es la presión manométrica P' que debe alcanzarse para que deje de salir líquido por el orificio. ¿Qué ocurre si se continúa extrayendo aire?
5. Un depósito cilíndrico abierto por su parte superior tiene 30 cm de altura y 20 cm de diámetro. En el centro del fondo del depósito hay un orificio circular cuya área es de 1 cm^2 . El agua penetra en el depósito por un tubo colocado en la parte superior a razón de 0.14 l/s . Calcular la altura máxima que alcanzará el agua. ¿Qué ocurre luego de alcanzada esta altura?

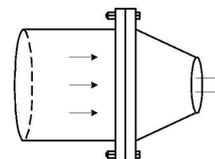


6. (a) Si se abre ligeramente un grifo de cocina, el agua saliente forma un chorro (tubo de flujo) cuya sección disminuye progresivamente hasta que finalmente se descompone en gotas. Analizar este fenómeno utilizando el teorema de Bernoulli y las propiedades de la tensión superficial.



(b) En la figura se muestra un instrumento conocido como *atomizador* o *vaporizador*, utilizado para aplicar perfume sobre el cuerpo. En base al teorema de Bernoulli y las propiedades de la tensión superficial, explicar cómo funciona este instrumento. ¿Se *vaporiza* realmente el perfume al accionar la bomba?

7. Una manguera de 10 cm de diámetro tiene un pico que reduce el diámetro a 5 cm, descargando 1.5 m^3 de agua por minuto (ver figura).



(a) Calcular la presión manométrica del agua en la manguera antes de llegar al pico.

(b) Calcular el cambio en la cantidad de movimiento total entre el agua que entra al pico y el agua que sale de éste en un intervalo Δt .

(c) Despreciando los efectos de fricción, hallar la fuerza total que se ejerce sobre los tornillos que sujetan el pico a la manguera.

8. Se desea bombear petróleo desde un tanque a través de un tubo de acero horizontal de 12 cm de diámetro y 100 m de longitud, abierto en su extremo a la atmósfera. La densidad del fluido es de 860 kg/m^3 y su coeficiente de viscosidad es $\eta = 3$ poise.

(a) ¿Qué presión manométrica debe producir una bomba en el otro extremo del tubo para mantener un caudal constante de 50 litros por segundo? Calcular la potencia con que debe alimentarse la bomba. ¿Qué ocurre con la energía entregada?

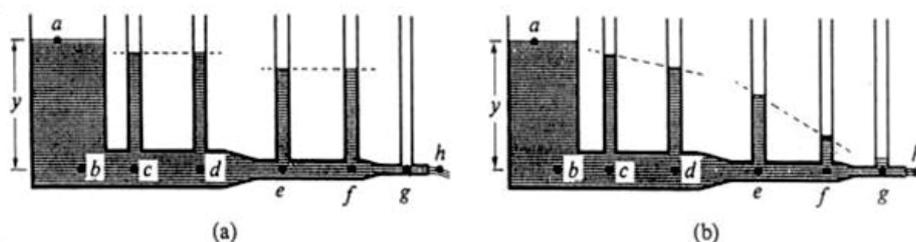
(b) Determinar qué presión extra sería necesaria si la tubería descarga a una altura de 10 m por encima del extremo del tubo en donde se encuentra la bomba. Comparar con el resultado obtenido en (a).

9. El depósito representado en la parte (a) de la figura tiene una gran superficie abierta a la atmósfera, y su profundidad es $y = 40 \text{ cm}$. En su parte inferior está conectado a un tubo horizontal cuyas distintas secciones son 2 cm^2 (puntos c y d), 1.6 cm^2 (puntos e y f) y 1.2 cm^2 (punto g), y finalmente desemboca a la atmósfera (punto h). El depósito contiene un fluido no viscoso.

(a) Calcular el caudal emergente y la velocidad del fluido en cada tramo del tubo horizontal.

(b) Determinar la altura que alcanza el fluido en cada uno de los tubos verticales.

(c) Considerar ahora una situación similar, pero para un fluido que tiene un coeficiente de viscosidad de 0.2 P y una densidad de 0.8 g/cm^3 [ver parte (b) de la figura], suponiendo que la altura del fluido en el depósito grande es tal que el caudal es igual que el calculado en la parte (a). Calcular la diferencia de nivel entre las superficies libres de las columnas de fluido en los tubos sobre los puntos c y d , y repetir el cálculo para el fluido sobre los puntos e y f , si la distancia tanto entre los puntos c y d como entre los puntos e y f es de 10 cm .



10. Calcular la velocidad límite de una burbuja de aire ($\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$) de 1 mm de diámetro en un líquido cuyo coeficiente de viscosidad es $\eta = 0.015 \text{ P}$ y su densidad 900 kg/m^3 . ¿Cuál sería la velocidad límite de la misma burbuja en agua a 20°C ?

11. (a) Mostrar que para un fluido viscoso que fluye por un tubo cilíndrico horizontal el número de Reynolds se incrementa si la sección del tubo disminuye. Calcular los números de Reynolds para el flujo en el tubo horizontal del problema 9(c), analizando si puede tratarse como un flujo laminar (sólo en ese caso, si el fluido es newtoniano, puede considerarse válida la ley de Poiseuille).

(b) ¿Cuál es la velocidad máxima aproximada del agua en un tubo de 1.5 cm de diámetro, a temperatura ambiente, para que el flujo sea laminar? Determinar cuánto tiempo se tardaría en llenar un balde de

20 litros para este valor de la velocidad. Al abrir una canilla de agua corriente para lavar los platos, ¿el flujo de agua por la cañería será laminar o turbulento?

12. (a) Probar que para un flujo laminar en un tubo cilíndrico de radio r el esfuerzo de corte ejercido sobre las paredes viene dado por $\sigma_{\parallel} = 4Q\eta/(\pi r^3)$, donde Q es el caudal y η el coeficiente de viscosidad. Ayuda: determinar las fuerzas que actúan sobre una porción de fluido en el tubo, notando que la fuerza neta debe ser cero si éste ha de moverse con velocidad constante.
- (b) Calcular el esfuerzo de corte que produce la sangre sobre la lámina interna de la pared vascular (endotelio) para la arteria del problema 4, si el radio interior de ésta es de 6.5 mm. Considerar que 12 cm/s es la velocidad media de la sangre en la arteria.

Videos: recomendamos ver y discutir con los docentes el video “Efecto Magnus”, que puede encontrarse en la página web de la materia.

Simulaciones: recomendamos ejecutar y discutir con los docentes la simulación “Presión en fluidos”, que puede descargarse desde la página web de la materia.

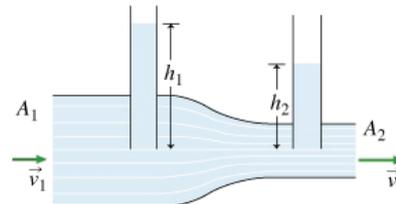
Problemas adicionales:

13. Si bien la aorta es la arteria de mayor sección transversal, la velocidad de la sangre se reduce al pasar a las arterias principales dado que la suma de las secciones transversales de éstas es mayor que la sección transversal de la aorta. Calcular el valor medio de la velocidad del flujo sanguíneo en las arterias principales de una persona si para ésta el diámetro de la aorta es de 2 cm, la velocidad media de la sangre en la aorta es de 30 cm/s, y la sección transversal total de las arterias principales es de aproximadamente $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

14. En una arteria coronaria se ha formado una placa aterosclerótica que reduce el área transversal a 1/5 de su valor normal. ¿En qué porcentaje cambiará la presión manométrica donde se encuentra la placa, si la velocidad normal de la sangre en esa arteria es de 12 cm/s? ¿Qué consecuencias podría tener este cambio en la presión?

Nota: Presión arterial manométrica media = 100 Torr, densidad de la sangre = 1.06 g/cm^3 .

15. En la figura se representa un tubo de Venturi, dispositivo utilizado para medir la velocidad de un fluido incompresible. Probar que la rapidez del fluido en la porción del tubo de mayor sección sólo depende de la diferencia de alturas y del cociente entre las secciones, de acuerdo con la expresión $v_1 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)/[(A_1/A_2)^2 - 1]}$.



16. (Optativo, cada ítem requiere resolver una ecuación diferencial elemental) Un recipiente cilíndrico de radio R lleno con un fluido incompresible y no viscoso hasta una altura h posee en el fondo un pequeño orificio redondeado de área A , abierto a la atmósfera.

(a) Probar que el tiempo que tarda en descender el nivel de líquido de la altura inicial h a una nueva altura h' viene dado por $t = \sqrt{2\pi R^2}(\sqrt{h} - \sqrt{h'})/(A\sqrt{g})$.

(b) Ídem anterior, pero para un recipiente en forma de cono invertido. Probar que en este caso el tiempo viene dado por $t = \sqrt{2\pi} \text{tg}^2 \theta (h^{5/2} - h'^{5/2})/(5A\sqrt{g})$, donde θ es el ángulo subtendido por el cono.

17. Una bacteria puede consumir una potencia motriz máxima de $2 \times 10^{-18} \text{ W}$. Si se modela a esta bacteria como una esfera de $1 \mu\text{m}$ de radio, ¿a qué velocidad máxima aproximada podrá moverse en el seno de un líquido de viscosidad $\eta = 0.01 \text{ P}$?

Algunos resultados: 1) $v = 3.53 \text{ m/s}$, $\Delta t = 14.7 \text{ s}$; 2) $F = 50400 \text{ N}$; 3a) $Q = 2.83 \text{ l/s}$; la velocidad es constante, no así la presión; 3b) $h_{1\text{máx}} = 10.3 \text{ m}$; 4b) $h_0 = H/2$; 4c) $P_1 = -\rho gh$; 5) $h_{\text{máx}} = 10 \text{ cm}$; 7a) $P = 7.60 \times 10^4 \text{ Pa}$; 7c) $F = 358 \text{ N}$; 8a) $P = 2.95 \times 10^5 \text{ Pa}$, $\text{Pot} = 14.7 \text{ kW}$; 8b) $\Delta P = 0.84 \times 10^5 \text{ Pa}$; 9a) $Q = 336 \text{ ml/s}$; 9b) $h_c = 25.6 \text{ cm}$, $h_e = 17.5 \text{ cm}$, $h_g = 0$; 9c) $\Delta h_{cd} = 5.38 \text{ cm}$, $\Delta h_{ef} = 8.41 \text{ cm}$; 10) $v_{\text{ím}} = 32.7 \text{ cm/s}$, en agua: $v_{\text{ím}} = 54.4 \text{ cm/s}$; 11a) $\text{Re} \simeq 1100, 1200, 1400$; 11b) $v_{\text{máx}} \simeq 13 \text{ cm/s}$, $\Delta t \simeq 14 \text{ min}$; 12b) $\sigma_{\parallel} = 0.15 \text{ N/m}^2$; 13) $\bar{v} = 4.7 \text{ cm/s}$; 14) en un 1.4%; 17) $v_{\text{máx}} \sim 0.01 \text{ mm/s}$.