

# Física General II

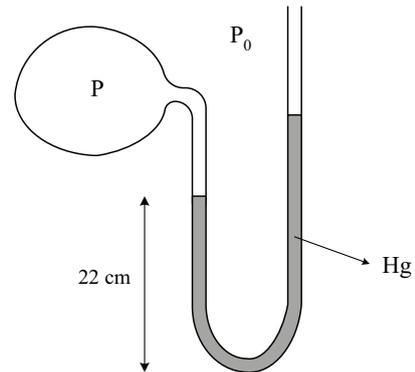
## Trabajo Práctico 4: Mecánica de Fluidos (I)

- (a) Se deja caer un bloque de hierro en el mar, en una región donde la presión atmosférica es de 1 atm. Determinar la presión sobre la superficie del bloque cuando éste alcanza una profundidad de 10 m. ¿Puede afirmarse que el incremento de la presión es aproximadamente lineal con la profundidad?  
Nota: la densidad del agua de mar, en promedio, es aproximadamente 1.027 kg/l.  
 (b) La profundidad media del océano Pacífico es de 4300 m. Calcular, a esa profundidad, cuál es la presión manométrica medida en atmósferas.

- Un manómetro de mercurio de tubo abierto, en forma de U, tiene su rama izquierda conectada a un recipiente que contiene un gas.

(a) Cuando la presión *manométrica*  $P$  dentro del recipiente es de  $0.16 \times 10^5$  Pa, ¿cuál es la altura de la rama derecha si la altura de la rama izquierda con respecto a la parte inferior del tubo es de 0.22 m? (Ver figura)

(b) Mostrar que el valor de la presión manométrica en el recipiente puede determinarse conociendo solamente la diferencia de altura entre las dos ramas. ¿Qué ocurriría en caso de que el recipiente contuviera un líquido?



- Se llena con agua un recipiente cónico de 25 cm de altura, abierto por su vértice, y se deposita sobre una mesada apoyándolo sobre su base, de 15 cm de radio.

(a) Calcular el peso del agua contenida en el recipiente.

Nota: el volumen de un cono de altura  $h$  y radio  $r$  es  $V = \pi r^2 h / 3$ .

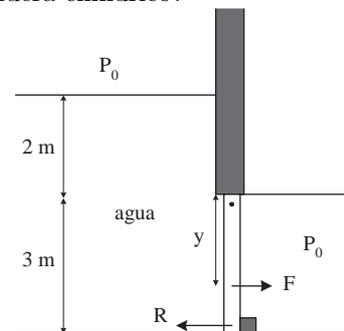
(b) Hallar la fuerza ejercida por el agua sobre la base del recipiente. ¿Cómo puede explicarse la diferencia entre esta fuerza y el peso del agua? ¿Qué ocurriría si el recipiente fuera cilíndrico?

- En el fondo de un canal, una compuerta pivotada en su lado superior, y sostenida en su base por un soporte, impide el paso del agua (ver figura). El ancho del canal es de 2.5 m.

(a) Calcular la fuerza neta  $\vec{F}$  ejercida por el agua y el aire sobre la compuerta.

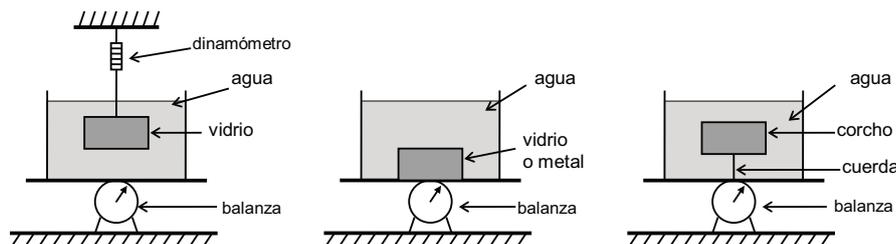
(b) Calcular la distancia  $y$  desde el pivote hasta la línea de acción de esta fuerza neta.

(c) Calcular la fuerza  $R$  que debe ejercer un soporte ubicado en la parte inferior para impedir que la compuerta se abra.



- Un cubo de madera de 20 cm de lado y densidad  $480 \text{ kg/m}^3$  está flotando en el agua. Determinar la distancia entre la superficie del agua y la cara horizontal superior del cubo.

- (a) En los dispositivos esquematizados a continuación, analizar las fuerzas aplicadas sobre cada parte del sistema, indicando qué agente las ejerce y sobre quién se ejercen las reacciones respectivas. La lectura de la balanza inferior ¿es la misma en los tres casos? Si la respuesta es SÍ, justificar por qué. Si la respuesta es NO, ¿cuál es la mínima cantidad de datos que deben conocerse para determinar cuál será la lectura de la balanza en cada uno de los casos y cuál la lectura del dinamómetro?



(b) En la situación representada a la izquierda de la figura anterior, la masa del recipiente es de 5 kg, la del objeto de vidrio es de 675 g, y el volumen de agua en el recipiente es de 2 litros. Si la lectura del dinamómetro es 4 N, determinar la densidad del vidrio y la lectura de la balanza.

7. Un casquete esférico de aluminio de radio exterior  $R = 10$  cm con aire en su interior se encuentra totalmente sumergido en un tanque de agua (ver figura). Se observa que el casquete no sale a flote ni se hunde.

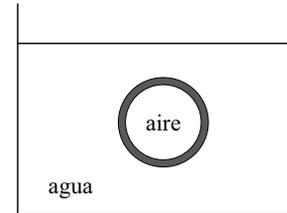
(a) ¿Cuál debe ser el espesor del casquete para que esta situación sea posible? ¿Puede despreciarse el efecto del aire en el interior del casquete? ¿Qué ocurriría si el interior del casquete estuviera vacío?

Nota: densidad del aluminio  $\rho_{Al} = 2.70 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>; densidad del aire (a 25 °C y 1 atm)  $\rho_{aire} = 1.2$  kg/m<sup>3</sup>.

(b) ¿Es aproximadamente uniforme la presión en la superficie interior del casquete? ¿Y en la superficie exterior?

(c) ¿Qué agente ejerce la fuerza que equilibra al peso del casquete? ¿Existe para esta “acción” una “reacción”, en el sentido de la tercera ley de Newton? ¿Si es así, dónde está aplicada?

(d) Determinar la aceleración que tendría el casquete si su espesor fuera el doble del hallado en (a).



8. Un capilar de vidrio de 0.05 cm de radio se introduce en agua. ¿Hasta qué altura *se eleva* el líquido dentro del capilar? Si en cambio se lo sumerge en mercurio, ¿cuánto *baja* el mercurio?

Nota: a 20 °C,  $\gamma_{agua} = 0.073$  N/m, ángulo de contacto 0°;  $\gamma_{Hg} = 0.465$  N/m, ángulo de contacto 140°.

9. (a) Demostrar que la diferencia de presión entre el interior y el exterior de una pompa de jabón de radio  $r$  es  $4\gamma/r$ , donde  $\gamma$  es la tensión superficial del agua jabonosa.

(b) La tensión superficial del agua a la temperatura de ebullición (100 °C, para una presión de 1 atm) es de 0.059 N/m. Determinar la sobrepresión en el interior de una burbuja de vapor de 1 mm de radio formada en agua hirviendo a esa temperatura.

10. Una pompa de jabón de 1 cm de radio es inflada hasta que alcanza 8 veces su volumen inicial. ¿Qué trabajo se ha realizado sobre la pompa, si la tensión superficial del agua jabonosa es 0.04 N/m?

### Problemas adicionales:

11. (a) Realizando un esfuerzo de aspiración intenso, la presión alveolar en los pulmones puede ser hasta 80 mm de Hg inferior a la presión atmosférica. Teniendo esto en cuenta, ¿desde qué altura máxima puede aspirarse agua con la boca utilizando un tubo cilíndrico, colocado en forma vertical? ¿Qué ocurre si el tubo no se coloca en forma vertical? ¿Y si es curvo? (Suponer que el tubo es suficientemente rígido como para que sus paredes no se deformen ante la diferencia de presión).

(b) Si se repite el experimento anterior aspirando con una máquina, para una presión atmosférica de 1 atm, ¿existe alguna altura máxima tal que el dispositivo funcione? En tal caso, calcularla.

12. Para determinar la densidad de un aceite no miscible con el agua se utiliza un tubo en U que tiene dos ramas graduadas con sus extremos abiertos. Se echa agua por la rama derecha, y luego, por la misma rama, se introduce el aceite. La superficie libre del agua queda al nivel de graduación 27.4 cm de la escala de la rama izquierda; la del aceite, en la graduación 28.8 cm de la rama derecha, y la de separación entre los dos líquidos en la graduación 12.5 cm, también de la rama derecha. Determinar la densidad del aceite.

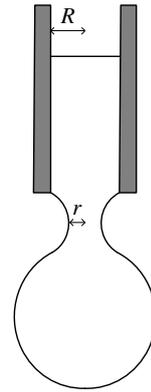
13. (Opcional) Mostrar que la fuerza neta ejercida sobre el agua en el problema 3 es cero.

14. Una balanza de dos platos resulta equilibrada cuando de un lado se coloca una pesita de plomo de 500 g ( $\rho_{Pb} = 11.3 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>) y del otro lado un bloque de telgopor (densidad 30 kg/m<sup>3</sup>). ¿Cuál es la masa del bloque, en condiciones normales de presión y temperatura?

15. Dos placas cuadradas de lado  $\ell$  colocadas verticalmente una junto a otra, separadas una distancia  $d \ll \ell$ , son sumergidas en un líquido de densidad  $\rho$  y tensión superficial  $\gamma$ . El ángulo de contacto para la interfase es  $\varphi$ , menor que 90°. Mostrar que el líquido entre las placas asciende, y calcular (en función de  $\ell$ ,  $d$ ,  $\rho$ ,  $\gamma$  y  $\varphi$ ) la altura  $h$  que alcanza por sobre la superficie, lejos de los extremos de las placas.

16. A bajas velocidades, un chorro de agua de la canilla presenta una interfase agua-aire aproximadamente cilíndrica. Para una temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , ¿cuál es la sobrepresión interior a una altura en donde el diámetro del chorro es de 4 mm?

17. Cuando en el extremo inferior (libre) de un capilar se forma una gota, antes de que ésta se separe del resto del líquido se produce un estrechamiento cuyo radio  $r$  es menor que el radio  $R$  del capilar (ver figura). La ley (empírica) de Tate establece que  $r$  es proporcional a  $R$ , siendo la constante de proporcionalidad independiente del líquido en cuestión. Suponiendo que esta ley es aproximadamente válida, determinar el cociente entre los radios de gotas de agua, alcohol etílico y mercurio formadas haciendo uso de goteros idénticos en condiciones normales de presión y temperatura.  
Nota: densidad del alcohol etílico (etanol)  $\rho_{\text{alc}} = 790 \text{ kg/m}^3$ , tensión superficial  $\gamma_{\text{alc}}(20^\circ\text{C}) = 0.023 \text{ N/m}$ .




---

Algunos resultados: 1a)  $P = 1.99 \text{ atm}$ ; 1b)  $P_{\text{man}} = 427 \text{ atm}$ ; 2a)  $h = 34 \text{ cm}$ ; 3a)  $F_g = 57.7 \text{ N}$ ; 3b)  $F = 173 \text{ N}$ ; 4a)  $F = 2.57 \times 10^5 \text{ N}$ ; 4b)  $y = 1.71 \text{ m}$ ; 4c)  $R = 1.47 \times 10^5 \text{ N}$ ; 5)  $d = 10.4 \text{ cm}$ ; 6b)  $\rho = 2.5 \text{ kg/l}$ ,  $N = 71.2 \text{ N}$ ; 7a)  $\Delta r = 1.43 \text{ cm}$ ; 7d)  $a = 4.09 \text{ m/s}^2$ ; 8)  $h_{\text{agua}} = 2.98 \text{ cm}$ ,  $h_{\text{Hg}} = 1.07 \text{ cm}$ ; 9)  $\Delta P = 118 \text{ Pa}$ ; 10)  $W = 3.02 \times 10^{-4} \text{ J}$ ; 11a)  $h_{\text{máx}} = 1.09 \text{ m}$ ; 11b)  $h_{\text{máx}} = 10.3 \text{ m}$ ; 12)  $\rho = 914 \text{ kg/m}^3$ ; 14)  $m = 521 \text{ g}$ ; 15)  $h = 2\gamma \cos \varphi / (\rho d g)$ ; 16)  $\Delta P = 36.5 \text{ Pa}$ ; 17)  $r_{\text{H}_2\text{O}}/r_{\text{alc}} = 1.36$ ,  $r_{\text{H}_2\text{O}}/r_{\text{Hg}} = 1.29$ .