Trabajo Práctico Nº 11

Hidrostática. Principio de Pascal. Principio de Arquímedes. Tensión Superficial.

	Tabla de densidades de algunas sustancias comunes		
Sustancia	**ρ(kg/m³)***	**Sustancia**	**ρ(kg/ m³)***
Hielo	$0{,}917 \times 10^3$	Agua	$1{,}00 \times 10^3$
Aluminio	$2{,}70 \times 10^3$	Agua de mar	$1{,}03 \times 10^3$
Hierro	$7{,}80 \times 10^3$	Alcohol etílico	$0{,}806 \times 10^3$
Cobre	$8{,}92 \times 10^3$	Benceno	$0{,}879 \times 10^3$
Plata	$10{,}5 \times 10^3$	Mercurio	$13{,}6 \times 10^3$
Plomo	$11{,}3 \times 10^3$	Aire	1,29
Oro	$19{,}3 \times 10^3$	Oxígeno	1,43
Platino	$21{,}4 \times 10^3$	Hidrógeno	$8{,}99 \times 10^{-2}$
Glicerina	$1{,}26 \times 10^3$	Helio	$1{,}79 \times 10^{-1}$
*Todos los valores están a presión atmosférica y temperatura estándar (PTE), es decir, presión atmosférica y 0ºC. Para convertir a gramos por centímetro cúbico, multiplique por 10^{-3}.			

1 Calcule la masa de una esfera de hierro sólida que tiene un diámetro de 3 cm.
$m = 0{,}111$ kg.

2 Un pequeño lingote de metal grisáceo brillante tiene un volumen de 25 cm³ y una masa de 535 g. ¿De qué tipo de metal se trata?
$\rho = 21{,}40$ g/cm³ $\Rightarrow$ Platino.

3 Encuentre la densidad de una estrella de neutrones. Se cree que uno de dichos objetos tiene un radio de sólo 10 km y una masa igual a la del Sol. ($M_{Sol} = 1{,}99 \times 10^{30}$ kg.)
$\rho = 4{,}77 \times 10^{17}$ kg/m³.

4 Blaise Pascal reprodujo el barómetro de Torricelli utilizando (como un francés lo haría) un vino tinto de Bordeaux como el líquido de trabajo (ver Fig. 11-01) La densidad del vino empleado fue de $0{,}984 \times 10^3$ kg/m³. ¿Cuál fue la altura h de la columna de vino para la presión atmosférica normal? ¿Esperaría usted que el vacío sobre la columna fuera tan bueno como para el mercurio?
$h_{Vino} = 10{,}50$ m. No, porque algo de alcohol y agua se evapora.

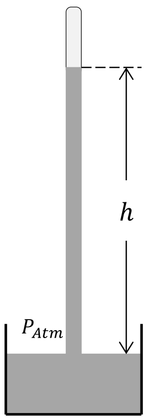

Fig. 11-01

5 Un tubo simple en U que está abierto en ambos extremos se llena parcialmente con agua. Después se vierte kerosene ($\rho_{kerosene} = 0{,}82 \times 10^3$ kg/m³) en una de los brazos del tubo, formando una columna de 6 cm de altura, como se muestra en el diagrama. ¿Cuál es la diferencia h en las alturas de las dos superficies de líquido?
$h = 1{,}08$ cm.

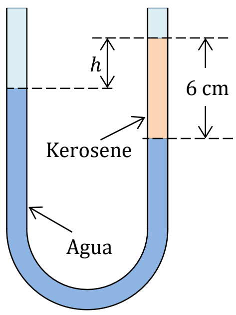

Fig. 11-02

6 El pequeño émbolo de un elevador hidráulico tiene un área de sección transversal igual a 3 cm², en tanto que el área del émbolo grande es de 200 cm². ¿Qué fuerza debe aplicarse al émbolo pequeño para levantar una carga de 15 kN? (En los talleres esto usualmente se lleva a cabo con aire comprimido.)
$F = 225$ N.

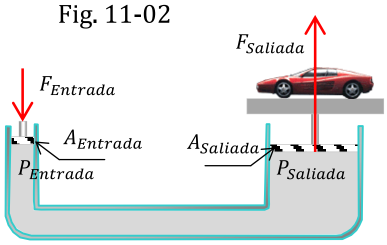

Fig. 11-03

7 La altura del agua en una presa de 50 m de ancho es 3 m. (Fig. 11-04) Determine la fuerza resultante sobre la presa.

No podemos calcular la fuerza sobre la presa multiplicando simplemente el área por la presión, ya que ésta varía con la profundidad. El problema puede resolverse encontrando la fuerza dF sobre una estrecha tira horizontal a una profundidad h, e integrando después la expresión para encontrar la fuerza total sobre la presa.

La presión a la profundidad h debajo de la superficie en la porción sombreada es:

$$P = \rho\ g\ h = \rho g(H - y)$$

No tenemos en cuenta la presión atmosférica porque actúa a ambos lados de la presa. Y siendo $dF = P\ dA$, encontramos que la fuerza sobre la tira sombreada de área $dA = a\ dy$ es igual:

$$dF = P\ dA = \rho\ g(H - y)\ a\ dy$$

Por tanto, la fuerza total sobre la presa es:

$$F = \int P\ dA = \int_0^H \rho\ g(H - y)\ a\ dy$$

$$\boxed{F = \frac{1}{2}\rho\ g\ a\ H^2}$$

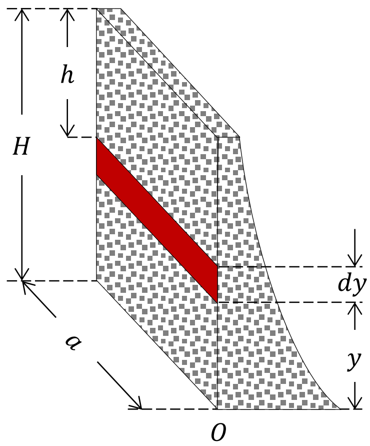

Fig. 11-04

Debido a que la presión aumenta con la profundidad, las presas se diseñan de tal manera que su espesor aumenta con la profundidad, como muestra la Fig. 11-04.

8 El borde superior de la compuerta de un embalse enrasa con la superficie del agua. La compuerta tiene 1,8 m de altura y 3 m de ancha y puede girar sobre goznes situados en una línea horizontal que pasa por su centro. Hállese el momento respecto a los goznes.
$\tau = 14\ 288$ N.

9 Una piscina tiene dimensiones de 30 m x 10 m y un fondo plano. Cuándo la piscina está llena a una profundidad de 2 m con agua potable.
a) ¿Cuál es la fuerza total ejercida por el agua sobre el fondo?
b) ¿Sobre cada extremo?
c) ¿Sobre cada lado?
(a) $F_{Fondo} = 5{,}88 \times 10^6$ N; (b) $F_{Extremo} = 1{,}96 \times 10^5$ N; (c) $F_{Lado} = 5{,}88 \times 10^5$ N.

10 Un rey manda a hacer una corona de oro con una masa de 0,5 kg. Cuando ésta llega del taller de orfebrería, se mide su volumen y se encuentra que es igual a 185 cm^3. ¿La corona es de oro sólido?
No, $\rho = 2{,}70$ g/cm^3.

11 Un bloque de madera tiene 60 cm de largo, 30 cm de anchura y 5 cm de grueso. Su densidad relativa es 0,6. ¿Qué volumen de plomo ha de sujetarse debajo de él para hundir la madera en agua en calma, de modo que la superficie superior coincida justamente con el nivel del líquido?
$V_{Pb} = 349{,}5$ cm^3.

12 Un bloque cúbico de madera de 10 cm de arista y de densidad 0,5 g/cm^3 flota en un recipiente con agua. Se vierte en el recipiente aceite de densidad 0,8 g/cm^3 hasta que la superficie superior de la capa de aceite se encuentre 4 cm por debajo de la cara superior del bloque.
a) ¿Qué espesor tiene la capa de aceite?
b) ¿Cuál es la presión manométrica en la cara inferior del bloque?
(a) $e = 5$ cm; (b) $P = 490$ Pa.

13 ¿Cuál es el área del menor bloque de hielo de 30 cm de espesor que soportará exactamente el peso de un hombre de 90 kg? La densidad relativa del hielo es 0,917, y está flotando en agua dulce.

Las fuerzas que actuan sobre el bloque de hielo se esquematizan en la Fig. 11-05, donde $\vec{n}'$ es la fuerza ejercida por el hombre sobre el bloque de hielo. Por Arquímedes tenemos que:

$$E = \rho_{H_2O}\, g\, V_S$$

Donde V_S es el volumen sumergido (que para este problema en particular es igual al volumen total), $Vs = A\,e$, siendo A, el área del bloque de hielo y e su espesor (el espesor del área mínima).
Y como el fluido está en reposo:

$$E = w_{Total}$$

El peso total será la suma del peso del hombre más la del hielo, llamando m_h a la masa del hombre y m_H a la masa del hielo:

$$w = m_h\, g + m_H\, g$$

Pero, m_H la podemos escribir en función de ρ_{Hielo}, recordando que $m = \rho\, V$. Por lo que:

$$\rho_{H_2O}\, g\, A\, e = m_h\, g + \rho_h\, g\, A\, e$$

$$\rho_{H_2O}\, A\, e = m_h + \rho_h\, A\, e$$

$$\rho_{H_2O}\, A\, e - \rho_h\, A\, e = m_h$$

$$\left(\rho_{H_2O} - \rho_h\right) A\, e = m_h$$

$$A = \frac{m_h}{e\left(\rho_{H_2O} - \rho_h\right)} = \frac{90\text{ kg}}{(0{,}30\text{ m})\left(1.000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 917\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\boxed{A = 3{,}61\text{ m}^2}$$

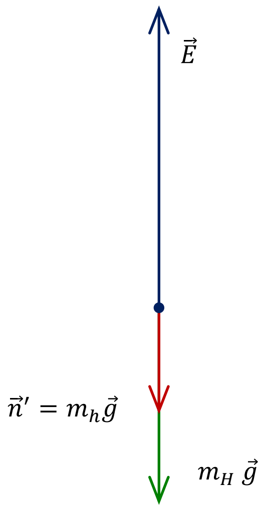

Fig. 11-05

14 Una esfera de plástico flota en el agua con 50% de su volumen sumergido. Esta misma esfera flota en aceite con 40% de su volumen sumergido. Determine:
a) La densidad del aceite.
b) La densidad de la esfera.
(a) $\rho_{Aceite} = 1.250$ kg/m^3; (b) $\rho_{Esfera} = 500$ kg/m^3.

15 Una esfera hueca, de radio interior 9 cm y radio exterior 10 cm, flota en un líquido de densidad relativa 0,8, quedando la mitad fuera del líquido.
a) Calcúlese la densidad del material que forma la esfera.
b) ¿Cuál sería la densidad de un líquido en el cual la esfera hueca pudiera justamente sostenerse cuando está sumergida por completo?
c) ¿Cuál es el peso de la esfera?
(a) $\rho_E = 1.476$ kg/m^3; (b) $\rho_L = 400$ kg/m^3; (c) $w = 16{,}42$ N.

16 Un bloque de metal de 10 kg que mide 12 cm × 10 cm × 10 cm se suspende de una balanza y se sumerge en agua, como muestra la Fig. 11-06b. El lado de 12 cm está vertical, y la parte superior del bloque se encuentra a 5 cm de la superficie del agua.
a) ¿Cuáles son las fuerzas sobre la parte superior e inferior del bloque? (Considere $P_0 = 1{,}013 \times 10^5$ N/m^2)
b) ¿Cuál es la lectura de la balanza de resorte?
c) Demuestre que la fuerza de flotación es igual a la diferencia entre las fuerzas en la parte superior y en la inferior del bloque.

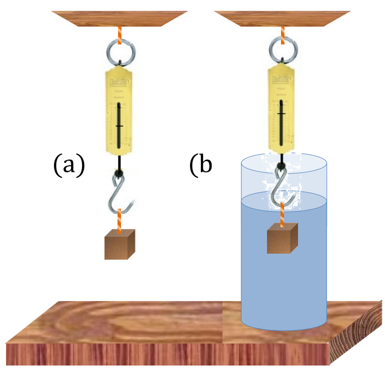

Fig. 11-05

(a) $F_{Superior} = 4{,}9$ N, $F_{Inferior} = 16{,}6$ N; (b) $w_A = 86{,}24$ N.

17 Un vaso de laboratorio de 1 kg que contiene 2 kg de aceite ($\rho = 916$ kg/m^3) descansa sobre una balanza. Un bloque de hierro de 2 kg ($\rho = 7.800$ kg/m^3) se suspende de una balanza de resorte y se sumerge por completo en el aceite, como muestra la Fig. 11-06. Determine las lecturas de equilibrio de estas balanzas.
La balanza superior indicará 17,3 N y la inferior 31,7 N.

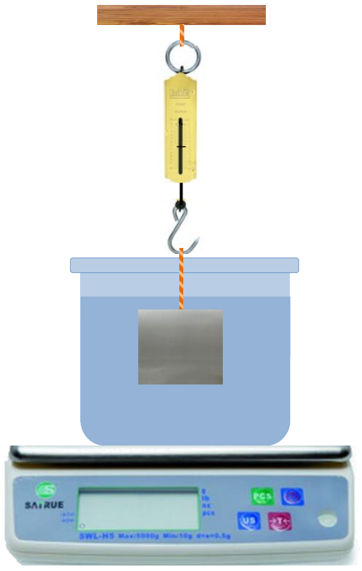

Fig. 11-06

18 Una boya cilíndrica de 15.680 N, flota verticalmente en agua salada ($\rho = 1.030$ kg/m^3). El diámetro de la boya es 90 cm. Hállese:
a) La distancia adicional que se hunde la boya cuando un hombre de 75 kg se coloca en pie sobre ella.
b) El período del movimiento armónico vertical que se produce si el hombre se tira a nadar.
(a) $\Delta h = 0{,}11$ m; (b) $T = 3{,}14$ s.

19 Un bloque cúbico de madera de 10 cm de arista flota entre dos capas de aceite y agua, como indica la Fig. 11-07, estando su cara inferior 2 cm por debajo de la superficie de separación. La densidad del aceite es 0,6 g/cm^3.
a) ¿Cuál es la masa del bloque?
b) ¿Cuál es la presión manométrica en la cara inferior del bloque?
(a) $m = 0{,}680$ kg; (b) $P = 784$ Pa.

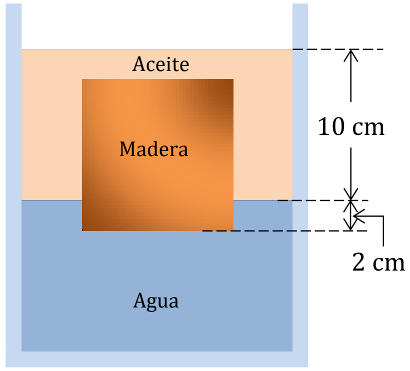

Fig. 11-07

20 Una barra uniforme, AB, de 3,6 m de longitud y de 12 kg, está sujeta en el extremo B por una cuerda flexible, y lastrada en el extremo A por una masa de 6 kg. La barra flota como indica la Fig. 11-08, con la mitad de su longitud sumergida. Puede despreciarse el empuje sobre el lastre.
a) Represéntense en un esquema todas las fuerzas que actúan sobre la barra.
b) Hállese la tensión de la cuerda.
c) Calcúlese el volumen total de la barra.
(b) $T = 19{,}60$ N; (c) $V = 0{,}032$ m^3.

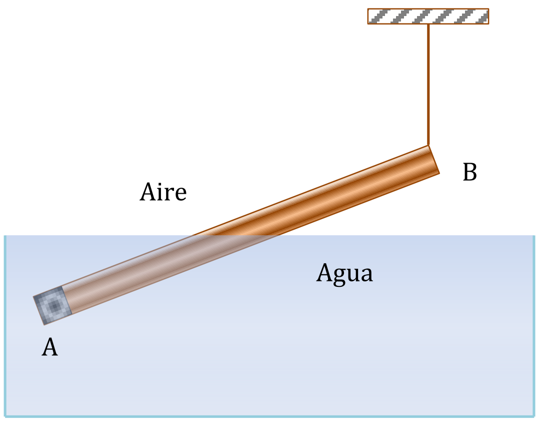

Fig. 11-08

21 Un bloque cúbico de madera, de 30 cm de arista, se lastra de modo que su centro de gravedad se encuentre en la posición indicado en la Fig. 11-09a, y flota en el agua con la mitad de su volumen sumergido. Hállese el momento del par enderezador cuando el bloque ha escorado un ángulo de 45°, como indica la Fig. 11-09b.
$\tau = 7{,}016$ N.

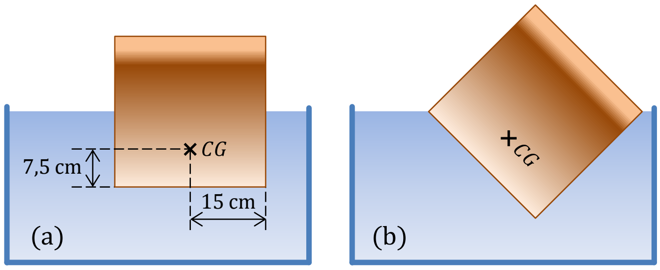

Fig. 11-09