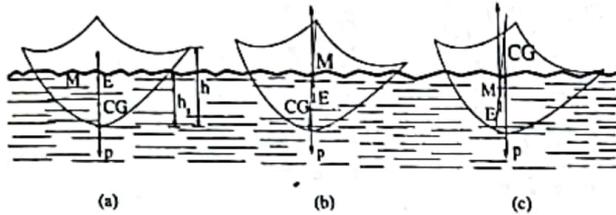


Respuesta. a) 20 580 N; b) 0,35 m; c) 20 580 N; d) 29 400 N; e) 8 820 N.

11.7.5 Aplicaciones del Principio

Entre otras aplicaciones, por medio del **Principio de Arquímedes** podemos determinar experimentalmente el volumen de cualquier cuerpo denso irregular al sumergirlo en el agua, de modo que el volumen de agua que desaloja el cuerpo equivale al volumen del mismo.

Estabilidad de los barcos



En base al principio, se sustenta la navegación y diseño de un barco, el cual permite la estabilidad de los mismos, por tener un equilibrio estable; en consecuencia, al pasar una ola el barco debe volver a su posición de equilibrio, siempre que el centro de gravedad (C.G) se encuentre debajo del metacentro (M).

Metacentro (M)

Está considerado como el punto de intersección entre el plano de simetría vertical del barco y la línea vertical que se dirige por el centro de empuje.

Empuje (E)

Debe estar siempre más arriba que el peso para que exista equilibrio y pueda flotar un barco, de modo que si el peso estuviera en la parte superior y el empuje en la parte inferior, el cuerpo tiende a hundirse; por tal razón, los barcos tienen la bodega en el fondo y no en la parte superior.

Sobre la superficie del agua de mar, podemos hacer flotar cualquier cuerpo de una densidad diferente, siempre y cuando se le de una forma especial de construcción, la misma que permita desplazar un peso de agua mucho mayor que el propio peso del cuerpo.

En base a estas aplicaciones, un barco flota en el agua, aunque está construido con diferentes materiales como acero, hierro, etc., de una mayor densidad que el agua, como también transportan mercancías que poseen densidades superiores a la del agua, sin embargo su diseño de construcción le permite flotar.

Una aplicación del principio, se observa en los barcos submarinos, cuando se desea que el submarino se hunda, se abren los puntos especiales en el casco para que ingrese el agua de mar a los departamentos especializados, aumentar el peso del barco y pueda descender según la profundidad deseada y flotar sumergido; en cambio, si se quiere que flote en la superficie del agua, el submarino elimina el agua de sus

departamentos de depósito, a través de bombas especiales, para este caso se cierra herméticamente, de modo que el barco se vuelve liviano, asciende hasta aflorar en la superficie y flotar.

Concluyendo diremos que el principio de **Pascal** y de **Arquímedes** se cumplen también en los gases; por ello, líquidos y gases constituyen los fluidos, encontrándose en los mismos un peso aparente y un empuje, así como observamos cuando un globo aerostático se eleva, influye la fuerza de ascenso.

Problemas propuestos

- Se sostiene un cubo de acero de 10 cm de arista, cuya densidad ($\delta = 7\,800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). a) ¿Qué fuerza será necesaria para mantenerlo suspendido en el aire? Si el cubo estuviera sumergido en el agua ($\delta = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). b) ¿Cuál sería su peso aparente?
Respuesta. a) 76,44 N; b) 66,64 N.
- Una cajita de madera, descubierta en la parte superior, tiene 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 15 cm de altura, la misma que flota en un lago de agua dulce ($\delta = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), se le introduce a la cajita un cuerpo de 9,8 N de peso y vemos que se hunde 10 cm. Calcular el peso de la cajita
Respuesta. 9,8 N.
- Supongamos que una pesa cilíndrica de acero, cuya densidad ($\delta = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) tiene 2 cm de altura y 0,7 cm de radio, flota en mercurio ($\delta = 13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$). ¿Qué volumen de la pesa emerge?
Respuesta. 1,313 cm³.
- Un objeto de hierro pesa en el aire 48,4 g y al introducir en el agua pesa 42,2 g. Calcular el peso específico del hierro.
Respuesta. $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
- ¿Cuánto pesa sumergido en agua ($\delta = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), un objeto de oro ($\delta = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) de 500 g?
Respuesta. 4,65 N; 474 g.
- Para premiar a un deportista se manda a hacer una medalla con aleación de $\frac{3}{4}$ de oro, cuyo peso específico ($\rho = 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) y $\frac{1}{4}$ de cobre de peso específico ($\rho = 8,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) respectivamente. ¿Cuál será el peso específico de la medalla?

10. Un tanque contiene alcohol de densidad ($\delta = 790 \frac{kg}{m^3}$), se coloca sobre la plataforma de una balanza y pesa 784 N. Se introduce en el alcohol, suspendido de un hilo un cuerpo de forma cúbica de latón cuya densidad es $(\delta = 8600 \frac{kg}{m^3})$ y de 10 cm de arista. a) Encontrar la fuerza que soporta el hilo; b) ¿Qué lectura marcaría la balanza?
 Respuesta. a) 76,538 N; b) 791,742 N.

9. Un globo dispone de un volumen de 500 m^3 . ¿Cuál es la fuerza de ascenso si se llena de gas (helio), cuya densidad ($\delta = 0,18 \frac{kg}{m^3}$)?, sabiendo que el globo está sumergido en el aire de densidad ($\delta = 1,3 \frac{kg}{m^3}$).
 Respuesta. 5 488 N.

8. Un cuerpo pesa 3,6 N en el aire y 2,8 N sumergido en el agua ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$). a) Calcular su volumen; b) Encontrar la densidad del cuerpo.
 Respuesta. 8,16 $\times 10^{-5} m^3$; b) 4,5 $\times 10^3 \frac{kg}{m^3}$.

10. Un bloque de forma paralelepípedo de aluminio

($\delta = 2750 \frac{kg}{m^3}$), tiene 10 cm de largo, 5 cm de ancho y 7 cm de alto. Está sumergido en agua

($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$). a) ¿Qué fuerza debe aplicarse para extraerle del agua?; b) Calcular su peso aparente.
 Respuesta. a) 6,0025 N; b) 6,0025 N.

11. Un cuerpo se sumerge en agua ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$), experimenta un empuje de 5 N, y se sumerge en aceite su empuje es 4,6 N. ¿Cuál es la densidad del aceite?
 Respuesta. 0,92 $\times 10^3 \frac{kg}{m^3}$.

12. Una esfera de platino pesa en el aire 1,65 N, se sumerge en agua ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$) pesa 1,575 N y se lo sumerge en ácido sulfúrico pesa 1,515 N. a) ¿Qué volumen tiene la esfera?; b) ¿Cuál es la densidad del ácido sulfúrico?
 Respuesta. a) 7,653 $\times 10^{-6} m^3$; b) 1,8 $\times 10^3 \frac{kg}{m^3}$.

13. ¿Cuánto pesa en el aire un cuerpo que tiene una densidad de 2600 $\frac{kg}{m^3}$, si sumergido en el agua ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$)

pesa 14,4 N?
 Respuesta. 23,4 N.

14. Un cuerpo de madera tiene las siguientes dimensiones: 30 cm de largo, 20 cm de ancho y 8 cm de alto, flota en un lago de agua dulce ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$) con su altura, y emerge 2 cm de la misma. a) ¿Cuál es la densidad de la madera?; b) ¿Cuánto pesa el cuerpo?
 Respuesta. a) 7,5 $\times 10^2 \frac{kg}{m^3}$; b) 35,28 N.

15. Una esfera de acero flota en mercurio de peso 3,1 N, cuya densidad del acero 7800 $\frac{kg}{m^3}$ y la del mercurio 13600 $\frac{kg}{m^3}$. a) ¿Qué volumen del casquete emerge?; b) ¿Qué fuerza se debe hacer sobre la esfera para sumergirla?
 Respuesta. a) 1,73 $\times 10^{-5} m^3$; b) 2,31 N.

16. Un cuerpo cilíndrico de madera flota en un lago de agua dulce ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$) el mismo que tiene una altura de 20 cm y emerge 6 cm. Calcular la densidad del cuerpo.
 Respuesta. 7 $\times 10^2 \frac{kg}{m^3}$.

17. Un cuerpo cilíndrico de corcho tiene una altura de 5 cm, cuya densidad es 0,22 $\frac{g}{cm^3}$, flota en el agua. ¿Qué altura del cilindro queda por encima de la superficie?
 Respuesta. 3,9 cm.

18. Una canoa flota en un lago de agua salada ($\delta = 1030 \frac{kg}{m^3}$) al introducirse en ella un niño de 400 N de peso, ésta se hunde 1,8 cm. Calcular el área del casco de la canoa sumergida hasta el nivel de la superficie del agua.
 Respuesta. 2,2 m^2 .

19. Un cuerpo de acero pesa 98 N, cuya densidad ($\delta = 7,8 \frac{g}{cm^3}$), se suspende de un dinamómetro y se sumerge en el agua ($\delta = 1 \frac{g}{cm^3}$). ¿Cuál es la lectura en el dinamómetro?
 Respuesta. 85,44 N.

20. Una pequeña canoa tiene una masa de 25 kg, al navegar por un río ($\delta = 1000 \frac{kg}{m^3}$) en agua tranquila puede desplazarse como máximo un volumen de 0,45 m^3 . Calcular el número de personas de 82 kg de masa cada una, que pueden ingresar a la canoa, para que no se hunda.
 Respuesta. 5 personas.

21. Un objeto irregular pesa en el aire 9,8 N y cuando está sumergido en agua ($\delta = 1 \frac{g}{cm^3}$), su peso aparente es

7,84 N. a) ¿Cuál es su volumen?; b) ¿Cuál es la densidad?

Respuesta. a) 200 cm^3 ; b) $5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

22. Un cuerpo en el aire pesa 98 N, se sumerge en agua

($\delta = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) cuyo peso es 88,2 N y 78,4 N si se sumerge en un líquido desconocido. a) ¿Cuál es el volumen del cuerpo?; b) Calcular la densidad del cuerpo; c) ¿Cuál es la densidad del líquido?

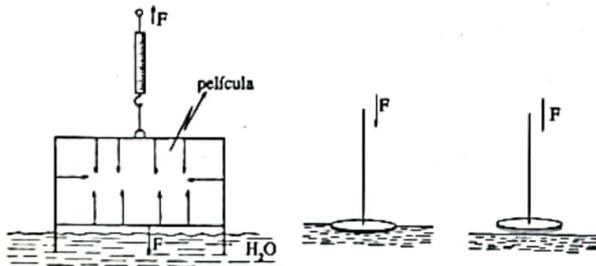
Respuesta. a) $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$; b) $10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; c) $2 \times 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

11.8 Tensión superficial y capilaridad

11.8.1 Tensión superficial (Ts)

Se forma una pequeña película elástica en la superficie libre de un líquido; si nos referimos al agua, sobre dicha superficie podemos hacer flotar: una aguja engrasada, una hoja de afeitar, al soltarla con cuidado sobre la superficie; la tensión superficial favorece a que los insectos acuáticos puedan andar sobre la superficie, como su peso es liviano, la película se deforma pero no se rompe; facilita que un líquido llegue a sobre llenar un recipiente y no se riegue. En consecuencia, la superficie de un líquido se manifiesta como si fuera una membrana elástica que resiste pequeñas fuerzas, como las antes descritas, pero no debemos olvidar que la tensión superficial disminuye si la temperatura sube, llegando a tal punto a anularse a una determinada temperatura.

Para determinar la tensión superficial, podemos construir una pequeña lámina cuadrangular o circular de alambre fino e introducir en un líquido (agua jabonosa) y al realizar una fuerza hacia arriba para extraer la lámina, ésta es equilibrada por una fuerza hacia abajo, observándose una pequeña película de líquido adherida, que da lugar a la formación de dos superficies, una a cada lado de la lámina.



$$T_s = \frac{F}{2l}$$

Tensión superficial es la fuerza que se ejecuta sobre cada unidad de longitud.

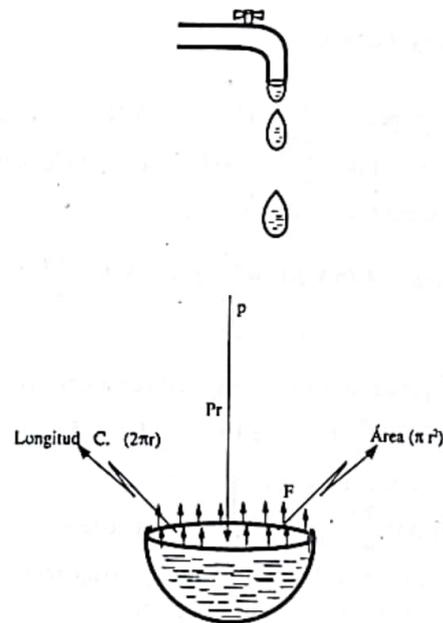
De acuerdo con los postulados de la geometría, entre los sólidos geométricos; la figura que tiene una menor área es la

esfera; por tal razón, un líquido que se expande sobre una superficie que no moja, tiende siempre a formar partículas o gotas esféricas como podemos observar el rocío en las hojas de las plantas, al amanecer.

Considerando los principios geométricos, vemos que cuando apenas abrimos un grifo, se forman gotas esféricas de agua, que para caer tienen que adquirir un peso considerable y vencer la tensión superficial; de acuerdo con lo analizado, podemos decir que mientras mayor sea la tensión superficial de un líquido, éste tiende a mojar menos.

11.8.1.1 Fuerzas en la tensión superficial y presión

1. Partiendo de la gota de agua que adopta una forma esférica al caer y con la influencia de la presión hidrostática interna (Pr) ésta, está sometida a la acción de dos fuerzas: la fuerza que actúa hacia arriba ($\uparrow F$) y la fuerza hacia abajo o peso ($\downarrow p$), que debido a la tensión superficial (Ts) tenemos



$$\uparrow F = 2 \pi r T_s$$

$$\downarrow p = \downarrow F$$

$$p = \pi r^2 Pr$$

$$\downarrow F = \pi r^2 Pr$$

La fuerza hacia arriba ($\uparrow F$) es igual al producto de la longitud circular ($2 \pi r$) de la gota por la tensión superficial (Ts), y la fuerza hacia abajo o peso del líquido (p) es igual al área circular (πr^2) de la gota por la presión interior (Pr) de la misma.

Como existe equilibrio entre estas dos fuerzas, de aquella igualdad entre fuerza ($\uparrow F$) y peso ($\downarrow p$), podemos determinar una ecuación para calcular la presión en el interior de una gota de agua.

$$\uparrow F = \downarrow F$$

$$2 \pi r T_s = \pi r^2 Pr$$

$$Pr = \frac{2 \pi r T_s}{\pi r^2}$$

$$Pr = \frac{2 T_s}{r}$$