

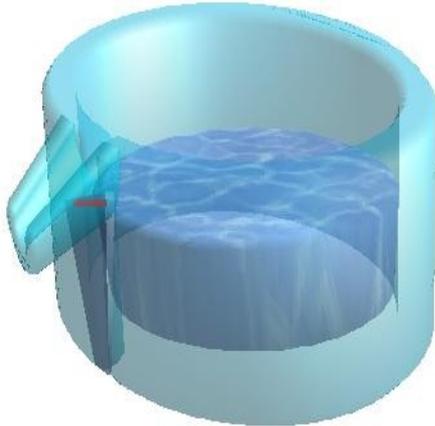
# Principio de Arquímedes

*Fuerza de empuje (o de flotación)*

¿Alguna vez te ha sucedido que al levantar un objeto dentro del agua sientes que pesa menos? Bueno, esto se debe al Principio de Arquímedes que describe la **fuerza de empuje** que nos “ayuda” a cargar ese objeto.

---

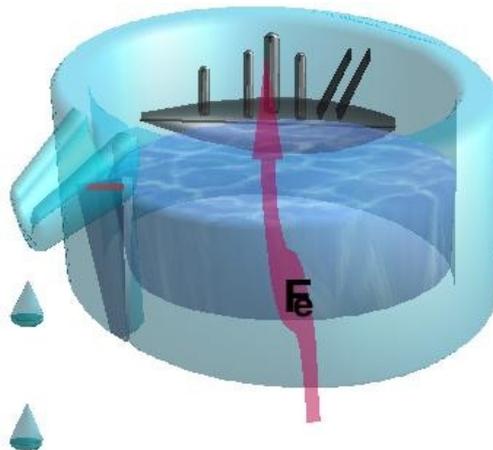
Consideremos un contenedor lleno con un fluido hasta la marca señalada con rojo :



Como este está “hasta el tope”, si sumergemos un objeto (o parte de él), sucederán dos cosas :

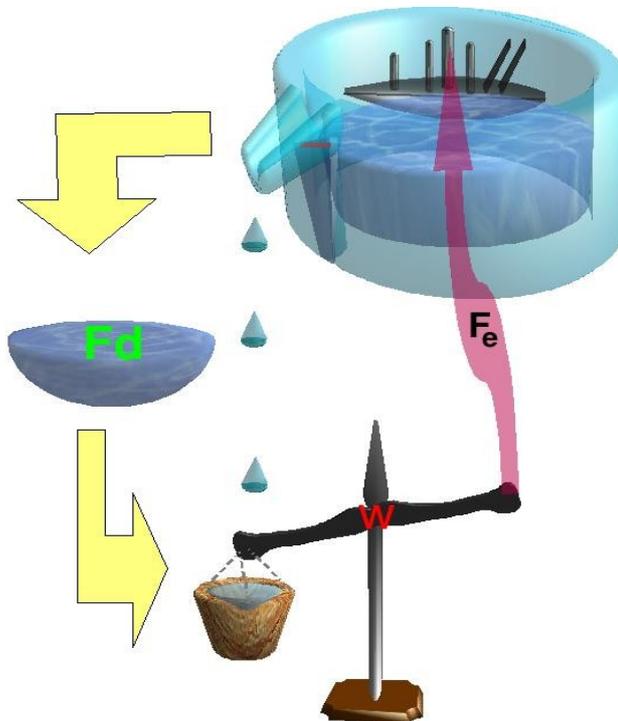
1.-Se derramará fluido.

2.-Empíricamente sabemos que el objeto pesará menos dentro del fluido. Esto es a causa de que el fluido ejerce una fuerza verticalmente hacia arriba llamada **Fuerza de empuje** sobre el objeto sumergido total o parcialmente.



Arquímedes determina a cuánto equivale esta fuerza, y lo resume en el siguiente simple pero precioso enunciado:

*“La fuerza de empuje que un fluido ejerce sobre un objeto sumergido en él, equivale, en magnitud, al peso del fluido que éste desplaza.”*



Es decir, si consideramos la figura anterior, solo debemos saber cuánto pesa el fluido “derramado”, y esa será la magnitud de la fuerza de empuje. Esa “ayuda extra” para cargar objetos dentro del “agua”.

En “fórmula” quedaría así:

$$F_e = w_{fd} = m_{fd} g = \rho_f V_{fd} g = \rho_f V_{pod} g = \rho_f m_{pod} g / \rho_o = (\rho_f / \rho_o) w_{pod}$$

Dicho en palabras y recordando que  $w=mg$  y que  $\rho=m/V$  :

*“La fuerza de empuje es igual al peso del fluido desplazado, esto iguala a la masa del fluido desplazado por la aceleración gravitacional, lo que es igual a la densidad del fluido por el volumen de él que fue desplazado por la aceleración gravitacional, como el cuerpo (o parte de él es quien desplaza), esto iguala a la densidad del fluido por el volumen de **la parte** del objeto que desplaza por la aceleración gravitacional, y a su vez es igual a la densidad del fluido por la masa de **la parte** del objeto que desplaza por la aceleración gravitacional entre la densidad del objeto, y finalmente es igual a la densidad del fluido entre la densidad del objeto por el peso de **la parte** del objeto que desplaza al fluido mismo.”*

Todas estas relaciones son de gran utilidad para resolver problemas relacionados con este principio pero aquí en particular discutiremos la primera con la última de las partes :

$$F_e = (\rho_f / \rho_o) w_{pod}$$

Si en particular queremos sumergir una fracción  $q$  ( $0 < q \leq 1$ ) de un objeto de masa  $m$ , de densidad  $\rho_o$  en un fluido de densidad  $\rho_f$ , y sabiendo que el peso total debe estar sostenido por la fuerza de empuje,

tenemos que  $w_o = F_e = \rho_f / \rho_o w_{pod}$

y bien,  $w_o / w_{pod} = \rho_f / \rho_o$

o bien

$$m_o / m_{pod} = \rho_f / \rho_o$$

es decir, la relación (*división*) de las densidades corresponde a la relación entre la parte total y la parte sumergida, en ambos casos  $q$ .