



HIDROSTÁTICA II

Idea de empuje

Muchos cuerpos son elevados fácilmente debajo del agua, mientras que con dificultad fuera de ella; además, si sumergimos un corcho en el agua y lo soltamos allí, este emergerá. ¿Cómo se pueden explicar estos fenómenos?



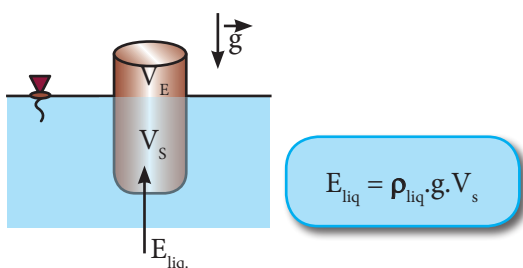
La respuesta es básicamente, que cuando un cuerpo está sumergido total o parcialmente dentro de un líquido, este le ejerce una fuerza que siempre tratará de sacar dicho cuerpo.

Este concepto fue planteado por Arquímedes y lo enunció como un «Principio de la naturaleza el cual con el tiempo se denominó «Principio de Arquímedes».

Principio de Arquímedes

El principio de Arquímedes establece que todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta una fuerza de parte de dicho fluido denominada **empuje hidrostático**, esta fuerza de empuje actúa en el centro geométrico de la parte sumergida y dirigida hacia arriba.

El valor de la fuerza de empuje se calcula mediante la siguiente ecuación:



Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el SI son:

E_{liq} : Empuje hidrostático(N)

ρ_{liq} : Densidad del liquido (kg/m^3)

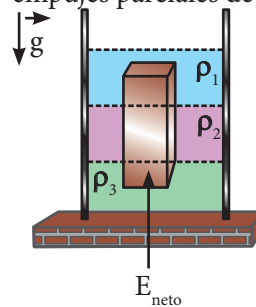
g : Modulo de la aceleración de la gravedad (m/s^2)

V_s : Volumen de la zona sumergida (m^3)

V_E : Volumen de la zona emergida (m^3)

Empuje resultante:

Si un cuerpo se sumerge en varios líquidos a la vez, se cumple que el empuje resultante es la suma de los empujes parciales de cada líquido.



$$E_{neto} = E_1 + E_2 + E_3$$

Principio de Arquímedes y la primera condición de equilibrio

Para analizar un cuerpo que se encuentra sumergido en un líquido y a la vez está en equilibrio, se tiene que cumplir el siguiente procedimiento

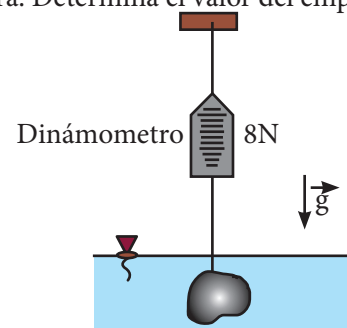
A. Hacer DCL

En el DCL debe incluirse la fuerza de empuje hidrostática (E) vertical y hacia arriba.

B. Usar $\sum F = 0$ para resolver el problema

Ejemplo:

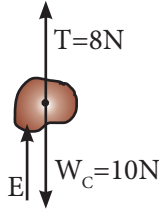
Un cuerpo m de peso igual a $10N$ se encuentra sumergido en un líquido tal como se muestra en la figura. Determina el valor del empuje.



Solución

El valor que marca el dinamómetro es el valor de la fuerza de tensión.

Primero realizamos el DCL



Luego aplicamos $\sum F = 0$ (primera condición de equilibrio)

$$E + T = W_c$$

$$\Rightarrow E = W_c - T$$

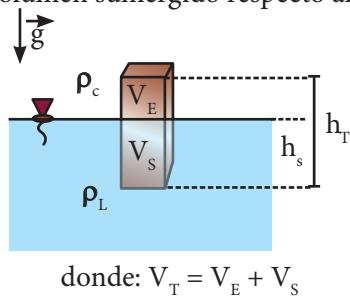
Reemplazando los datos del problema

$$E = 10\text{N} - 8\text{N}$$

$$E = 2\text{N}$$

Calculo de la densidad de un cuerpo flotando en un líquido

Si un cuerpo se encuentra flotando en un líquido, se demuestra que la densidad de dicho cuerpo puede ser calculada a partir de la densidad del líquido y la razón del volumen sumergido respecto al total.



Se cumple

$$\rho_c = \left(\frac{V_s}{V_T} \right) \cdot \rho_L$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el SI son:

- ρ_c : Densidad del cuerpo (kg/m^3)
- ρ_L : Densidad del líquido (kg/m^3)
- V_s : Volumen de la parte sumergida (m^3)
- V_e : Volumen de la parte emergida (m^3)
- V_T : Volumen total (m^3)

Peso aparente

El peso aparente se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_{\text{apar}} = P_{\text{real}} - E$$

Donde las magnitudes y sus respectivas unidades en el S.I. son:

- P_{apar} = Peso aparente (N)
- P_{real} : Peso real (N)
- E : Empuje (N)

Advertencia pre

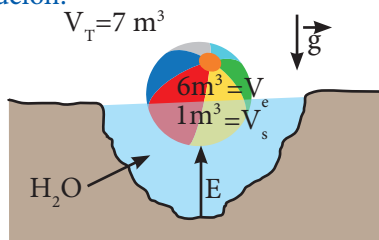
La presión manométrica se calcula mediante la ecuación:
 $P_{\text{manométrica}} = P_H - P_{\text{atm}}$

Trabajando en clase

Integral

- Un objeto de 7 m^3 flota en el agua. Si el volumen emergido es 6 m^3 , calcula el módulo de la fuerza de empuje (en kN) que experimenta ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Resolución:



Aplicando: $E = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot V_s$
 $\Rightarrow E = 1000 \cdot 10 \cdot 1$
 $\therefore E = 10\text{kN}$

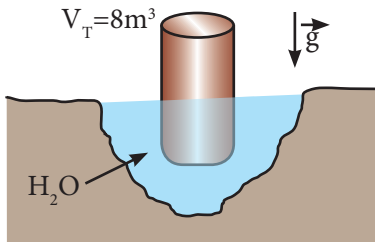
- Un cuerpo de 8 m^3 flota en el agua. Si el volumen sumergido es de 5 m^3 , determina el módulo de la fuerza de empuje (en kN) que experimenta ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
- Un cuerpo de 0.3 m^3 de volumen se introduce completamente en agua. ¿Cuál es el módulo de la fuerza de empuje (en kN) que recibiría por parte del agua? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

4. Calcula el módulo de la fuerza de empuje (en N) que experimenta un cuerpo cuando se encuentra totalmente sumergido en alcohol ($\rho_{\text{alcohol}} = 750 \text{ kg/m}^3$) (considera el volumen del cuerpo igual a $0,04 \text{ m}^3$)

UNMSM

5. Un cuerpo cilíndrico de 8 m^3 está sumergido hasta sus $3/4$ partes en agua. Determina el valor del empuje (en kN) que experimenta de parte del agua ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Resolución:



$$V_s = \frac{3}{4} \cdot V_T = \frac{3}{4} \cdot 8 = 6 \text{ m}^3$$

$$\text{Luego: } E = \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot V_s$$

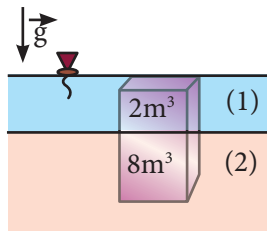
$$E = 1000 \cdot 10 \cdot 6$$

$$E = 60 \text{ kN}$$

6. Un cuerpo de 20 m^3 está sumergido en agua hasta sus $4/5$ partes. Calcula el valor del empuje (en kN) que experimenta dicho cuerpo ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
7. Un bloque está flotando en el agua con el 75% de su volumen sumergido. Calcula la densidad del bloque.

UNMSM 2008-I

8. Calcula el valor del empuje (en kN) que experimenta el cuerpo sumergido en los dos líquidos ($\rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_2 = 1200 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)



Resolución:

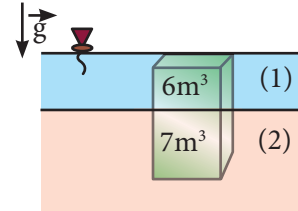
Aplicando el empuje resultante:

$$E_R = E_1 + E_2$$

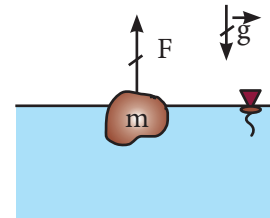
$$E_R = 800 \cdot 10 \cdot 2 + 1200 \cdot 10 \cdot 8$$

$$E_R = 112 \text{ kN}$$

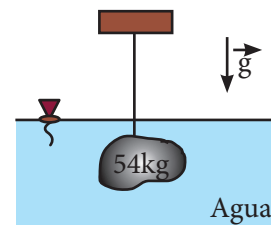
9. Determina el módulo de la fuerza de empuje (en kN) que experimenta el cuerpo sumergido en los dos líquidos. ($\rho_1 = 300 \text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 700 \text{ kg/m}^3$; $g = 10 \text{ m/s}^2$).



10. En la figura se muestra un bloque «m» en equilibrio, siendo $F = 300 \text{ N}$ y el empuje tiene un valor de 500 N . ¿Cuál es el valor del peso del bloque en newton?

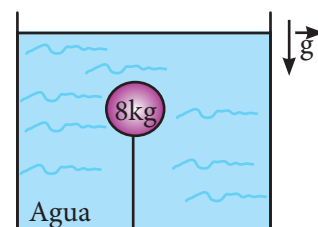


11. Un cuerpo de 54 kg de masa se sumerge completamente en agua. Si el empuje que experimenta tiene un valor de 260 N , calcula el valor de la fuerza de tensión (en N) en la cuerda. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



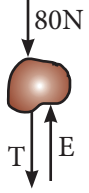
UNI

12. El siguiente sistema se encuentra en equilibrio. Calcula el módulo de la fuerza de tensión (en N) en la cuerda que sujeta la esfera de 8 kg y volumen de $14 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Resolución:

Aplicando el DCL



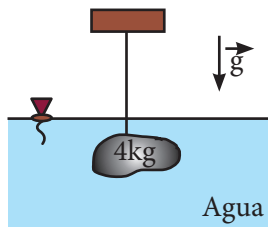
$$E = 10^3 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 140 \text{ N}$$

Por condición de equilibrio: $T + 80 = E$

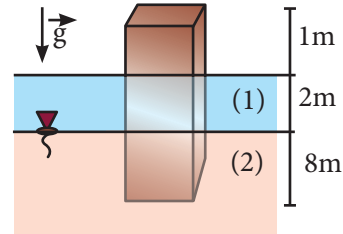
$$T + 80 = 140$$

$$\therefore T = 60 \text{ N}$$

13. El siguiente sistema se encuentra en equilibrio. Determina el módulo de la fuerza (en N) en la cuerda que sujeta la esfera de 4 kg y volumen $5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$).



14. El cuerpo que se muestra en la figura tiene un volumen de 22 m^3 . Determina el módulo de la fuerza de empuje (en kN) que experimenta dicho bloque ($\rho_1 = 750 \text{ kg/m}^3$; $\rho_2 = 1800 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$).



15. Un objeto tiene peso aparente de 2.5 N cuando esta sumergido en el agua. Cuando se sumerge en aceite su peso aparente es 2.7 N. Determine el peso real del objeto en N (densidad del aceite = 600 kg/m^3)

UNI 2010-II