

### Ejercicios resueltos del principio de Arquímedes

- 1) Una bola de acero de 5cm de radio se sumerge en agua. Calcula el empuje que sufre y la fuerza resultante (densidad del plomo =  $7,9 \text{ g/cm}^3$ ).
- 2) Se pesa un cubo de 10 cm de arista en el aire dando como resultado 19 N y a continuación se pesa sumergido en agua dando un valor de 17 N. Calcula el peso aparente y la densidad.
- 3) Un objeto de 5 kg se mete en el agua y se hunde siendo su peso aparente en ella de 30 N, calcula el empuje, su volumen y su densidad.
- 4) Una pieza de 50 g y un volumen de 25 mL, pesa sumergida en un líquido 0,2 N, calcula la densidad del líquido.
- 5) Calcula el volumen que se encuentra sumergido en un barco de 10000 toneladas si la densidad del agua del mar es  $1030 \text{ kg/m}^3$

### Soluciones

1) Una bola de acero de 5cm de radio se sumerge en agua. Calcula el empuje que sufre y la fuerza resultante (densidad del plomo = 7,9 g/cm<sup>3</sup>).

Para calcular el empuje resultante, recuerda que Empuje = “peso del volumen de agua desalojada”. Por lo tanto, necesitamos saber la masa del agua desalojada, para lo que a su vez debemos calcular el volumen de la bola y saber la densidad del agua (1000g/l).

Volumen de la bola: el volumen de una esfera es:

$$V = 4/3\pi r^3 = 4/3\pi (0,05)^3 = 5,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,524 \text{ litros}$$

Como densidad = masa/volumen

$$1 = m/0,524$$
$$m = 0,524 \text{ Kg}$$

Sabiendo la masa, calculamos el peso del agua desalojada (es decir, el empuje)

$$E = m \cdot g = 0,524 \cdot 9,8 = 5,14 \text{ N}$$

Vamos con la fuerza resultante. Aquí actúan dos fuerzas: el empuje del agua hacia arriba y el peso de la bola hacia abajo. Nos queda calcular este último:

$$\text{Densidad del plomo} = 7,9 \text{ g/cm}^3 = 7900 \text{ Kg/m}^3$$
$$\text{Masa de la bola} = d_{\text{plomo}} \cdot V_{\text{bola}} = 7900 \cdot 5,23 \cdot 10^{-4} = 4,132 \text{ Kg}$$

$$P = m \cdot g = 4,132 \cdot 9,8 = 40,49$$

La resultante es

$$F = P - E = 40,49 - 5,14 = 35,35 \text{ N}$$

Como  $P > E$ , la bola se hunde (lógico, teniendo en cuenta que es de plomo).

2) Se pesa un cubo de 10cm de arista en el aire dando como resultado 19 N y a continuación se pesa sumergido en agua dando un valor de 17 N. Calcula el peso aparente, el empuje y la densidad.

El peso aparente es el peso del objeto sumergido en un fluido, o lo que es lo mismo, la resultante del peso real y el empuje. Por lo tanto, el peso aparente es 17N, y el empuje:

$$P_{\text{aparente}} = P - E$$
$$17 = 19 - E \quad \rightarrow \quad E = 2\text{N}$$

## Cajón de Ciencias

Para saber la densidad, necesitamos la masa y el volumen. La masa la sacamos del peso fuera del fluido, y el volumen, calculándolo a partir de las dimensiones del cubo:

$$P = m \cdot g$$

$$19 = m \cdot 9,8 \rightarrow m = 1,94 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{cubo}} = \text{lado}^3 = (0,1)^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$D = m/v = 1,94/0,001 = 1938,76 \text{ Kg/m}^3$$

*3) Un objeto de 5kg se mete en el agua y se hunde siendo su peso aparente en ella de 30 N, calcula el empuje, su volumen y su densidad.*

Para calcular el empuje, utilizamos la fórmula del peso aparente:

$$P_{\text{aparente}} = P - E$$

Conocemos el peso aparente y podemos calcular el peso real ( $m \cdot g$ )

$$30 = 5 \cdot 9,8 - E$$

$$E = 19\text{N}$$

Para saber el volumen del objeto, partimos del hecho de que el volumen del objeto es igual que el volumen del agua desalojada. Y como sabemos el peso del agua desalojada y sabemos la densidad del agua (recuerda,  $1000\text{Kg/m}^3$ ), tenemos todo lo necesario

$$E = 19\text{N} = m \cdot g = m \cdot 9,8$$

$$m = 19/9,8 = 1,94 \text{ Kg de agua}$$

$$d = m/V$$

$$V = m/d = 1,94/1000 = 0,00194 \text{ m}^3$$

Y como ya sabemos la masa y el volumen del objeto, podemos hallar su densidad:

$$D = m/V = 5/0,00194 = 2577,3\text{Kg/m}^3$$

Fíjate que su densidad nos tenía que salir mayor que la del agua, porque de entrada sabíamos que su peso era mayor que el empuje.

*4) Una pieza de 50g y un volumen de 25mL, pesa sumergida en un líquido 0,2N, calcula la densidad del líquido.*

El peso que nos da el enunciado es el peso aparente. Tenemos que calcular el empuje (que usaremos para calcular la masa del líquido y luego su densidad, pero vamos por partes):

## Cajón de Ciencias

$$P_{\text{aparente}} = P - E$$

$$0,2 = m \cdot g - E$$

$$0,2 = 0,05 \text{Kg} \cdot 9,8 - E \quad \rightarrow \quad E = 0,29 \text{N}$$

$$E = m \cdot g = d \cdot V \cdot g$$

$$0,29 = d \cdot 0,025 \cdot 9,8 \quad \rightarrow \quad 1,18 \text{Kg/l} = 1183,67 \text{ Kg/m}^3$$

5) *Calcula el volumen que se encuentra sumergido en un barco de 10000 toneladas si la densidad del agua del mar es 1030 kg/m<sup>3</sup>.*

La relación de volumen sumergido es la misma que la relación que existe entre el peso y el empuje. Si  $P > E$ , la fracción  $P/E$  es mayor que 1, y por lo tanto todo el objeto está sumergido. Pero si el peso, por ejemplo, es la mitad que el empuje, solo la mitad del objeto estará sumergido.

Sin embargo, fijate que la relación entre el peso y el empuje se reduce a la relación entre densidades (ya que la  $g$  es la misma, y el volumen desalojado es igual que el del objeto):

$$P/E = m_{\text{objeto}} \cdot g / m_{\text{fluido}} \cdot g = d_{\text{objeto}} \cdot V_{\text{objeto}} \cdot g / d_{\text{fluido}} \cdot V_{\text{fluido}} \cdot g$$

$$P/E = d_{\text{objeto}} / d_{\text{fluido}}$$

Pero volvamos a la fórmula original. Como el barco está flotando, se encuentra en equilibrio (es decir,  $P=E$ )

$$m_{\text{objeto}} \cdot g = d_{\text{fluido}} \cdot V_{\text{fluido}} \cdot g$$

$$10 \cdot 10^6 \cdot 9,8 = 1030 \cdot V \cdot 9,8$$

$$V = 9708,74 \text{ m}^3$$

Este es el volumen del agua, y también el volumen del barco que está bajo el agua.