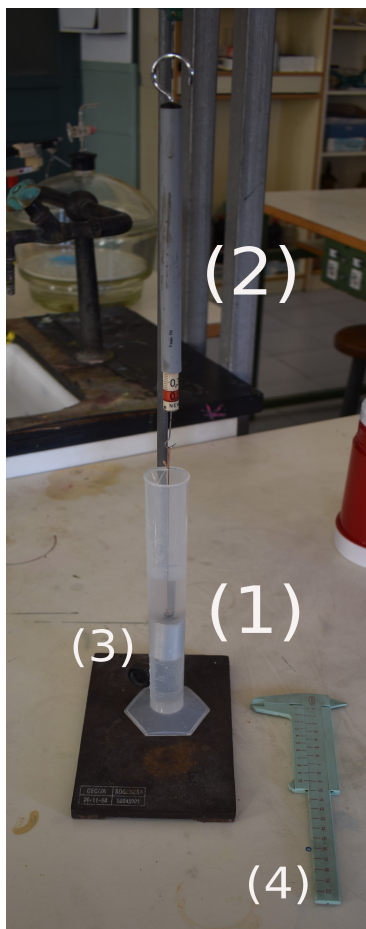


## DEPARTAMENTO DE FISICA Y QUIMICA

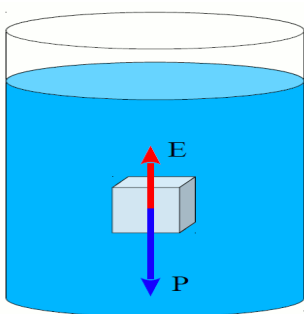
### COMPROBACION DEL PRINCIPIO DE ARQUIMEDES. DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE SOLIDOS Y LIQUIDOS Y SU POSIBLE COMPOSICIÓN

#### 1.- Descripción



En la imagen se observa el sistema empleado para determinar la **densidad de sólidos y líquidos** mediante el **principio de Arquímedes**, y para comprobar la veracidad del mismo. Para ello se emplea una **probeta graduada** (1) que se rellena de agua u otro líquido hasta aproximadamente la mitad de su capacidad y en la que se sumerge totalmente **un cilindro metálico** (3), cuyas dimensiones se pueden calcular con ayuda de un **calibre** (4). Dicho cilindro está enganchado a un **dinamómetro** (2) que permite medir su peso cuando está sumergido y si no lo está.

#### 2.- Fundamento teórico



El **peso de un cuerpo** en el aire ( $P$ ) no coincide con el peso de dicho cuerpo sumergido dentro de un líquido, también denominado **peso aparente** ( $P'$ ). El primero ( $P$ ) es siempre mayor que el segundo ( $P'$ ), y a la diferencia entre ellos ( $P - P'$ ) se le conoce como **Empuje** ( $E$ ):  $E = P - P'$  (en módulo). Vectorialmente el empuje es un vector de igual dirección que el peso pero de sentido contrario tal como se muestra en la diagrama adjunto.

Para medir dichos pesos se puede emplear un **dinamómetro**. Éste está compuesto de un **muelle elástico** en el interior de una carcasa que contiene una **escala graduada** para medir fuerzas, en este caso: pesos. La graduación está hecha por aplicación de la **ley de Hooke** que afirma que “la deformación del muelle es directamente proporcional a la fuerza aplicada:  $F = Kx$ ”, lo que permite realizar una escala lineal.

Arquímedes comprobó que “ el Empuje que sufre el cuerpo sumergido coincide con el peso del líquido desalojado”, afirmación que se conoce como **Principio de Arquímedes**, que se puede expresar como:

$E = p_l = m_l g = d_l V_s g$ , donde  $d_l$  es la densidad del líquido, y  $V_s$  el volumen del sólido sumergido, ya que éste coincide con el volumen de líquido desalojado si se sumerge el sólido completamente.

El principio de Arquímedes se puede **comprobar** midiendo en primer lugar el empuje por diferencia del peso en aire y el peso aparente sumergido:  $E = P - P'$ , y verificando que el mismo coincide con el obtenido aplicando la expresión de Arquímedes:  $E = d_l V_s g$ . Para ello se emplea un **líquido de densidad conocida**, el agua, y se **mide el volumen del sólido** de forma aproximada por la diferencia del volumen del líquido de la probeta antes y después de sumergir el cilindro sólido y con precisión mediante un **calibre**.

Esto se puede aprovechar para **medir la densidad del sólido** que forma el cilindro ya que:

- Sabemos que el peso del sólido sumergido vale  $P = m_s \cdot g$  y por tanto su masa será:  $m_s = P/g$ .
- Sabemos también que  $E = d_l \cdot V_s \cdot g$ , por tanto:  $V_s = E/d_l \cdot g$
- Y por ello podemos poner:

$$d_s = \frac{m_s}{V_s} = \frac{\frac{P}{g}}{\frac{E}{d_l \cdot g}} = \frac{P}{E} d_l$$

Igualmente podemos medir la **densidad de cualquier líquido** puesto que despejando de la expresión de Arquímedes:  $d_l = E/V_s g$

Estas ecuaciones contienen datos conocidos que pueden utilizarse para calcular **densidades de sólidos y líquidos**. Y como dichas densidades son propiedades características, de valor único para cada tipo de sustancia, podemos formular hipótesis sobre la composición química de los mismos si son sustancias puras o de alto grado de pureza.

### 3.- Procedimiento experimental

- Se toma el **cilindro metálico** y **se pesa** con el dinamómetro **en el aire** (P)
- Se toma la probeta graduada, se añade agua hasta un poco más de la mitad, y se anota el **volumen** (V) que señala. Se sumerge completamente el cilindro en el agua, manteniéndolo unido al dinamómetro, y se anota el **nuevo volumen** que marca la probeta (V') y el **peso del cilindro sumergido** en el agua (P', peso aparente).
- Se repite la medida para otros líquidos cuya densidad queremos averiguar.
- De los datos anteriores se deduce el empuje experimentado:  **$E = P - P'$**  (diferente para cada líquido), y el volumen aproximado del cilindro:  $V_s = V - V'$  (siempre el mismo ya que se trata del mismo cilindro).
- Se coge un calibre y se calcula el **volumen exacto del cilindro** a partir de sus dimensiones geométricas: radio de la base y altura, medidas con el calibre. Para el radio se mide el diámetro y se toma la mitad de éste. El volumen se averigua por:  **$V_s = \text{área de la base} \times \text{altura} = \pi R^2 h$** .
- Se calcula ahora el **Empuje** mediante la expresión de **Arquímedes** en el caso del agua, cuya densidad es conocida:  **$E = d_l V_s g$**  y se comprueba que **coincide** con el calculado anteriormente, con lo que cumple se **verifica** el cumplimiento del **principio de Arquímedes**.
- Se calcula la **densidad del cilindro y de los demás líquidos** empleados aplicando las expresiones deducidas en el fundamento teórico que contienen datos medidos experimentalmente.
- Se suministra una **tabla de densidades de sólidos y líquidos** para que se puedan formular **hipótesis** sobre la composición de los mismos.