

# PRÁCTICA NÚMERO 5

## PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

### I. Objetivo

1. Estudiar el principio de Arquímedes.

### II. Material

1. Balanza granataria de 0.01 g. En caso de no haber de estas balanzas, puede usarse la de 0.1g.
2. Tres piezas cilíndricas de aluminio. El experimento puede realizarse con otros materiales. Lo importante es que tengan mayor densidad que los líquidos que se usarán y que su volumen sea relativamente sencillo de medir.
3. Un vernier.
4. Agua.
5. Petróleo o alcohol.
6. Un objeto sólido cualquiera. Cada miembro del equipo llevará un objeto cuyo volumen sea de aproximadamente 10 centímetros cúbicos y de tamaño tal que pueda ser introducido sin dificultad en un vaso de precipitados de 200 mililitros.
7. Hilo.
8. Un vaso de precipitados de 200 ó 250 ml.

### III. Introducción

El principio de Arquímedes establece que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente o empuje igual al peso de fluido desplazado:

$$\text{Empuje} = \text{Peso de fluido desplazado}$$
$$E = \rho V_d g$$

donde  $V_d$  es el volumen de fluido desplazado,  $\rho$  es su densidad y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

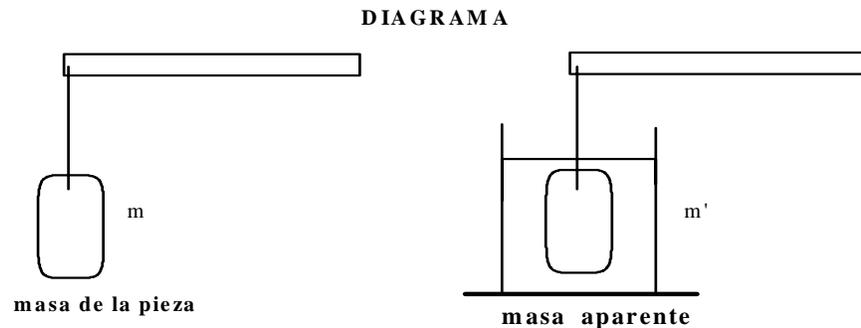
Al analizar las fuerzas que intervienen cuando un cuerpo sólido se suspende de un hilo y se sumerge en un líquido se obtiene que, en equilibrio,

$$W = T + E$$

donde  $W$  es la magnitud del peso del sólido (fuerza que ejerce la Tierra sobre el cuerpo),  $E$  es el empuje que el líquido ejerce sobre el cuerpo y  $T$  es la tensión que ejerce el hilo sobre el cuerpo. Las cantidades anteriores pueden determinarse mediante el procedimiento que a continuación se describe.

#### IV. Procedimiento

1. Calibre la balanza para que marque cero cuando no exista ningún objeto sobre ella.
  2. Amarre un hilo a la primera pieza de aluminio, procurando que éste no sea demasiado largo. Cuelgue la pieza de la parte inferior de la balanza y mida su peso.
  3. Vierta agua en un vaso de precipitados y colóquelo en la base especial de la balanza. Procure que el agua ocupe alrededor de las tres cuartas partes del vaso.
  4. Sin descolgar el sólido de la balanza, sumérgalo totalmente en el agua. Tenga el cuidado de que la pieza quede completamente sumergida y que la misma no toque el fondo del vaso ni sus paredes. Tome nota de la lectura que indica ahora la balanza. Para disminuir las posibles fuentes de error, evite derramar agua en el plato de la balanza.
  5. Repita los pasos 1 al 4 en varias ocasiones, teniendo el cuidado de calibrar a cero la balanza.
  6. Descuelgue la pieza y con el vernier mida sus dimensiones. Determine ahora su volumen y analice cuál fue el volumen de líquido desplazado por la pieza al sumergirla.
  7. Repita los pasos 1 al 6 para la segunda y tercera piezas de aluminio.
  8. Repita este procedimiento para todas las piezas, pero ahora utilizando petróleo o etanol.
- El diagrama ilustra la forma de medir los pesos de los objetos sólidos.



1. Utilizando los valores medidos de los pesos de los distintos objetos calcule el empuje que actúa sobre cada uno de ellos. Considere que el empuje está dado por la diferencia entre el peso medido en el aire y el peso medido en el líquido. Realice sus cálculos tomando en cuenta la teoría de propagación del error.
2. Con las dimensiones de las piezas, calcule su volumen y con ello el volumen de líquido desplazado. Puede organizar sus datos en una tabla como la que se indica a continuación:

Pieza	$m$	$m'$	$E$	$V_d$
1				
2				
3				

$m$  y  $m'$  corresponden a la masa de la pieza medida fuera y dentro del líquido, respectivamente

- Una vez obtenido el empuje, describa su comportamiento mediante una gráfica de esta cantidad versus el volumen de líquido desplazado.
- A partir de la gráfica observe cómo varía el empuje y el volumen desplazado de líquido. Indique de su observación si el empuje puede expresarse como una función dependiente del volumen de líquido desplazado  $y$ , en caso de ser así, obtenga la expresión matemática de dicha función. Exprese lo anterior de manera explícita en el siguiente recuadro:

- Realice ahora los cálculos con las mediciones obtenidas cuando utilizó petróleo o alcohol. Exprese sus resultados en el recuadro siguiente:

- Compare los valores de empuje obtenidos para el agua y para el alcohol. Exprese sus resultados en la siguiente tabla:

Comparación de los empujes en los dos líquidos

Pieza	M	m'	m''	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>
1					
2					
3					

*m'* y *m''* corresponden a la masa de la pieza medida dentro de cada líquido, respectivamente

- A partir de estos resultados observe si existe evidencia que muestre que el empuje ejercido sobre las piezas sólidas depende de la densidad del líquido en donde fueron sumergidas y si es así, exprese la forma matemática de esta dependencia. Exprese sus resultados en el siguiente recuadro, argumentando sus conclusiones

8. Ahora, considerando el volumen de líquido desplazado, así como la densidad del mismo, calcule el peso ( $W_d$ ) de dicho volumen.
9. Compare el resultado anterior con el valor correspondiente del empuje.
10. Obtenga la diferencia porcentual tomando como referencia el empuje.
11. Calcule la diferencia porcentual promedio. Expresé sus resultados en la siguiente tabla:

$$\rho_{\text{agua}} =$$

Pieza	$M$	$m'$	$E_l$	$V_d$	$W_d$	$d =  E - W_d $
1						
2						
3						

$$\overline{d} =$$

$$\overline{\varepsilon}_p =$$

12. De la comparación entre el empuje ejercido sobre el objeto sólido y el peso del líquido desplazado indique si puede establecerse una relación entre estas cantidades. Expresé su conclusión en el siguiente cuadro y argumente la misma:

## VI. Consultas y preguntas

1. ¿Cuáles son las principales fuentes de error al determinar el empuje mediante la medición de los pesos en el aire y en el líquido? Sea claro y concreto al señalar dichas fuentes.
2. Según el resultado obtenido, ¿qué tipo de curva describe el comportamiento del empuje en función del volumen de líquido desplazado? ¿Será el mismo tipo de curva la que describe el comportamiento del empuje en función de la densidad del líquido? Argumente.
3. ¿Cuál fue la diferencia porcentual obtenida al comparar el empuje con el peso del líquido desplazado? ¿Es posible despreciar esa diferencia? Explique por qué sí o por qué no.
4. Se puede afirmar que todos los cuerpos que están en la atmósfera se encuentran sumergidos en un fluido que es el aire. ¿Significa esto que el aire ejerce un empuje sobre esos cuerpos? Si es así, ¿cómo podría calcularse ese empuje? ¿Sería grande, comparado al empuje de un líquido? Argumente.

