

Unidad 7B: Hidroestática y Principio de Arquímedes

1. Resumen y objetivos

En esta sesión se estudiará el principio de Arquímedes y la fuerza de empuje que siente un objeto de cierta densidad ρ_o al estar sumergido bajo un fluido de densidad ρ_f . Con esta práctica se espera que el estudiante:

- Reconozca que los cuerpos sumergidos experimentan una fuerza de empuje vertical, en sentido opuesto al peso del mismo.
- Realice medidas de fuerza de empuje con objetos sumergidos en agua.
- Realice una calibración del sensor de fuerza.
- Verifique experimentalmente el principio de Arquímedes.

2. Materiales

- Un soporte universal
- Sensor de fuerza, varias masas conocidas
- Una esfera de vidrio y un cilindro metálico
- Una cubeta, agua
- Pie de metro y una balanza digital
- Matlab y SignalExpress

3. Datos

- Aceleración de gravedad en Santiago: $g = 9,796 \text{ m/s}^2$.
- Densidad del agua a $22 \text{ }^\circ\text{C}$: $\rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3$.

4. Procedimientos

En esta práctica se realizarán medidas de fuerza (peso), longitud y masa. Las medidas de fuerza se realizarán usando el sensor, la tarjeta NI-USB-DAQ y el programa SignalExpress. En U-Cursos encontrará un programa llamado *Empuje-SignalExpress.seproj* que le permitirá tomar 1 s de medidas a una velocidad de 200 medidas por segundo. Para cada medida de fuerza deberá reportar el valor promedio y el error obtenido con esta serie de medidas.

5. Experiencias

Experiencia 1.- Calibración del sensor de fuerza en el rango ± 10 N.

Duración estimada = 30 min

El buen desarrollo de esta sesión requiere de una calibración de cada sensor de fuerza. Esto significa que cada grupo tendrá que obtener las constantes de conversión A y B de la relación lineal $F = A \cdot U + B$ de su sensor de fuerza. Es importante notar que la masa del gancho del sensor, que llamaremos m_G , no es conocida. En principio se debe tratar de determinar esta masa. Para ello siga el procedimiento indicado a continuación.

1. Mida el voltaje correspondiente al peso del gancho del sensor, primero con el sensor apuntando hacia "arriba", y después, hacia "abajo". Denotaremos al conjunto voltaje-fuerza (U_-, F_-) y (U_+, F_+) respectivamente.
2. Para al menos 4 masas diferentes, obtenga una medida del valor medio y error absoluto de cada voltaje asociado. Reporte los datos en una tabla. Agregue a esta tabla los valores obtenidos en la parte anterior.
3. A través de una regresión lineal obtenga los valores de las constantes A y B . Para ello siga estos pasos: (1) Dado los valores promedios de cada voltaje asociado a cada masa se obtiene el siguiente conjunto de ecuaciones

$$\begin{aligned} F_- &= -m_G g = A \cdot U_- + B, \\ F_+ &= +m_G g = A \cdot U_+ + B, \\ F_1 &= (m_1 + m_G)g = A \cdot U_1 + B, \\ F_2 &= (m_2 + m_G)g = A \cdot U_2 + B, \text{ etc...} \end{aligned}$$

donde m_1, m_2, \dots son las masas utilizadas. (2) A pesar de que no conocemos m_G se puede realizar una regresión lineal con el conjunto de datos $(U_1, m_1g), (U_2, m_2g), \dots$ pero con las constantes A y $B' \equiv B - m_G g$. (3) Determinados A y B' , obtenga B y m_G con las dos ecuaciones para F_- y F_+ .

Nota: La regresión lineal se debe hacer con la función **polyfit** de Matlab, explicada en la guía práctica de la unidad 4C. Si tiene dudas de su utilización escriba **help polyfit** en la línea de comando de Matlab.

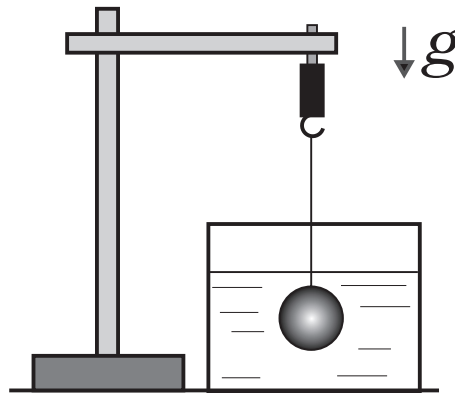


Figura 1: Esquema del montaje experimental. Para la experiencia 1, donde se calibrará el sensor, las masas no deben ser sumergidas en la cubeta de agua.

Experiencia 2.- Principio de Arquímedes.

Duración estimada = 40 min

En esta parte se estudiará el efecto de sumergir un objeto de masa y volumen conocido bajo el agua. Se estudiarán dos objetos, una esfera de vidrio y un cilindro metálico. El objetivo principal es verificar que se cumple el principio de Arquímedes.

Se pide que haga lo siguiente:

1. Usando la balanza digital, mida por separado la masa de la esfera y del cilindro. Realice 5 medidas y, reporte un valor promedio y su error absoluto. Si la desviación estándar es nula, considere la precisión del instrumento.
2. Usando el pie de metro, mida por separado el volumen de la esfera y del cilindro. Realice 5 medidas y, reporte un valor promedio y su error absoluto. Si la desviación estándar es nula, considere la precisión del instrumento.
3. Usando los datos obtenidos, determine la densidad de cada uno de los objetos (ρ_o).
4. Con el sensor de fuerza mida el peso de cada objeto, que denotaremos P , *sin que estos estén sumergidos bajo el agua*. Compruebe que $P = M_o g$, donde M_o es la masa del objeto.
5. Para cada objeto sumergido, mida el empuje E que experimenta. Compare el comportamiento de sus mediciones E versus V con el Principio de Arquímedes, es decir $E = \rho_f V g$.