



## 1. Densidad de Sólidos y Líquidos

### 1.1 Objetivos

#### 1.1.1 General

Evaluación de métodos experimentales para la determinación de densidad en sólidos y líquidos.

#### 1.1.2 Específicos

- Calcular la densidad de sólidos regulares.
- Determinar la densidad de por lo menos cuatro líquidos midiendo su masa y su volumen.
- Determinar la densidad de por lo menos cuatro líquidos usando el Picnómetro.

### 1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Definimos un cuerpo homogéneo; como aquel en el cual, sus propiedades son iguales en todas sus partes y a la densidad como una característica de la sustancia de la que el mismo está compuesto. Es una magnitud intensiva<sup>1</sup>, es decir, su valor no depende de la cantidad de materia que compone al cuerpo, sino sólo de su composición.

La densidad, usualmente se simboliza mediante la letra del alfabeto griego *rho* cuyo símbolo es  $\rho$ , es característica que depende únicamente de la composición misma de los objetos. Por ejemplo, todos los objetos de oro puro tienen la misma densidad ( $\rho_{Au} = 19,3 \text{ g/cm}^3$ ), lo mismo ocurre con el aluminio ( $\rho_{Al} = 2,7 \text{ g/cm}^3$ ), el hierro ( $\rho_{Fe} = 7,8 \text{ g/cm}^3$ ), el agua ( $\rho_{H_2O} = 1,0 \text{ g/cm}^3$ , a temperatura de  $20^\circ \text{C}$ ), etc. Esto significa que la densidad es una propiedad muy útil para saber en forma fácil y

<sup>1</sup>Las propiedades intensivas son aquellas que no dependen de la masa o del tamaño de un cuerpo. Si el sistema se divide en varios subsistemas su valor permanecerá inalterable, lo que las hace propiedades no aditivas.

rápida de que está hecho un objeto.

La densidad  $\rho$  es una magnitud escalar, referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de un objeto sólido o una sustancia. La densidad media de un cuerpo homogéneo es la relación entre la masa y el volumen que ocupa.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1.1)$$

Donde  $m$  es la masa y  $v$  el volumen del cuerpo respectivamente. En la tabla 1.2 se presenta la densidad de algunas sustancias.

Material	Densidad $g/cm^3$	Densidad $kg/m^3$
<b>SOLIDOS</b>		
Osmio	22.6	22570
Platino	21.5	21450
Uranio	20.0	19950
Oro	19.3	19320
Plomo	11.3	11344
Plata	10.5	10500
Cobre	9.0	8960
Latón	8.6	8560
Hierro	7.9	7874
Estaño	7.3	7310
Aluminio	2.7	2699
Bronce	8.9	8900
Hielo	0.92	917
<b>LÍQUIDOS</b>		
Mercurio	13.6	13600
Glicerina	1.26	1260
Agua de Mar	1.03	1025
Agua a 4 °C	1.00	1000
Benceno	0.81	819
Alcohol etílico	0.79	791
Alcohol Industrial	0.82	820
Aceite Mineral	0.818	818

Cuadro 1.1: Densidades de diferentes materiales

### 1.3 Actividades Previas al Laboratorio

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con la densidad de diferentes sólidos y fluidos, propuestas a continuación:

1. ¿Cómo se define la densidad de un cuerpo? ¿De qué parámetros depende?.
2. ¿En qué unidades de expresa la densidad?.
3. ¿Cuál es la diferencia entre densidad absoluta y densidad relativa?.
4. Suponga que toma un pan y lo moja, luego lo comprime ¿Qué sucede con el volumen del pan cuando se comprime? ¿Con la Masa? ¿Con la densidad?.
5. ¿Qué es más denso, algo cuya densidad es  $1000 \text{ kg/m}^3$  o algo cuya densidad es  $1 \text{ g/cm}^3$ . Explique y argumente su respuesta, incluya el desarrollo de algunos cálculos numéricos.
6. El átomo de osmio no es el mas pesado que hay en la naturaleza ¿Entonces, que explica que sea la sustancia más densa sobre la Tierra?. (Vea la tabla 1.2).
7. ¿Qué tiene mayor densidad una barra de oro puro o un anillo de oro puro? Explique su respuesta.
8. Consulte ¿Cómo se puede ver afectada la densidad de un cuerpo en términos de la temperatura?.
9. ¿Sólo midiendo la densidad de un cuerpo es posible distinguir de qué está hecho?.
10. ¿Qué es un picnómetro?.
11. Describa cómo se puede determinar la densidad con un picnómetro.
12. Un vaso se llena al borde con agua y contiene un pedazo grande de hielo que flota en el agua. ¿Cuándo el hielo se derrita, el nivel del agua en el vaso aumenta, disminuye o permanece igual?. Explique.
13. ¿Cómo determinaría la densidad de una hoja de papel de tal forma que el error experimental sea el menor posible?.

### 1.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

1. 5 objetos de diferente geometría y material.
2. 600 ml de los siguientes Líquidos (Aceite Mineral, Alcohol Industrial, Agua y Glicerina).
3. Balanza.
4. Picnómetro.
5. Calibrador Pie de Rey.
6. Probeta de 500 ml o 600 ml.
7. Vaso de Precipitados 600 ml.

### 1.5 Procedimiento

#### 1.5.1 Densidad de Solidos Regulares

Utilizando los sólidos regulares (cubos, cilindros y esferas) suministrados, determine la densidad siguiendo los siguientes pasos:



Figura 1.1: Medición de longitudes de sólidos regulares. *Izquierda* Sólidos suministrados. *Derecha* Mediciones con calibrador pie de rey.

1. Utilizando la balanza de brazos, mida las masa de cada una de los sólidos suministrados. Véase figura 1.1. Consíguelo en la taba 1.5.1.
2. Utilizando el calibrador, mida la dimensiones necesarias de cada una de los sólidos suministrados para determinar el volumen del objeto. Véase figura 1.1. Consíguelo en la taba 1.5.1.
3. Utilizando la ecuación 1.1 calcule la densidad para cada material y consíguelo en la columna de densidad experimental 1.5.1.
4. Con los datos consignados en la tabla 1.5.1 hasta ahora, compare la densidad experimental encontrada en los 5 objetos con los valores de la segunda columna (densidad teórica) en la tabla 1.2). Extraiga el nombre del material y la densidad teórica para consignarlas en las columnas 5 y 6 de la tabla 1.5.1.
5. Determine el error porcentual como:  $\% \varepsilon = \left| \frac{\rho_{teo} - \rho_{exp}}{\rho_{teo}} \right| \times 100$

### 1.5.2 Densidad de Líquidos

1. Tome una probeta de 600 ml vacía y mida su masa utilizando la balanza de brazos.
2. Vierta 50 ml de agua y registre la masa probeta+agua, como se observa en la figura 1.2. Para determinar la masa exclusiva del agua reste la masa de la probeta vacía.
3. Tome mas mediciones incrementando cada vez el volumen del fluido en 25 ml hasta llegar al límite de medida con la balanza (Aprox. 600 gm).
4. Con los datos consignados realice un gráfico Masa vs Volumen, y determine una ecuación usando regresión por mínimos cuadrados para el mejor ajuste de los datos.
5. Encuentre el error porcentual de la densidad del fluido, usando como valor teórico el que muestra la tabla 1.2.
6. Repita todo el procedimiento anterior con Aceite Mineral, Glicerina y Alcohol Industrial.



Figura 1.2: Medición de masa del fluido.



Figura 1.3: Determinación de la densidad de un fluido con picnómetro.

Objeto	Masa (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad Experimental ( $\rho_{exp}$ )(g/cm <sup>3</sup> )	Material	Densidad Teórica ( $\rho_{teo}$ )(g/cm <sup>3</sup> )	Error Porcentual (% $\epsilon$ )
1						
2						
3						
4						
5						

Cuadro 1.2: Datos experimentales densidad de sólidos regulares.

### 1.5.3 Densidad de Líquidos con Picnómetro

1. Mida la masa del picnómetro, incluya el tapón limpio y seco.
2. Llene el picnómetro hasta el borde con agua, asegúrese que este bien limpio en su exterior.
3. Inserte el tapón. Note que un poco de fluido se forzará a salir a través del tallo. Tenga en cuenta, secar el agua que esté por fuera del picnómetro.
4. Mida la masa del sistema agua+picnómetro como se muestra en la figura 1.3, consigne la capacidad (volumen) y la masa del agua, para conseguir esta última, reste la masa del picnómetro vacío a la masa del sistema agua+picnómetro.
5. Utilice la ecuación 1.1 para determinar analíticamente la densidad experimental del agua.
6. Encuentre el error porcentual de la densidad del fluido. Usando como valor teórico el que muestra la tabla de densidades de esta guía.
7. Repita el procedimiento anterior con Aceite Mineral y Alcohol Industrial. **NO LO INTENTE CON GLICERINA**, debido a su alta viscosidad se hace muy difícil verter este fluido en el picnómetro.

## 1.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

¿Qué materiales solidos fueron suministrados en el laboratorio?. Discuta en cual de todos el porcentaje de error es el más alto, y a que se debe la discrepancia con el valor teórico.

Discuta, a partir de los resultados experimentales, cuál de los dos métodos es más exacto para medir la densidad de un fluido.

Analice si la densidad se puede utilizar como criterio para establecer la pureza de un fluido.

### 1.7 Referencias

- (R) TIPLER, P. A.: "Física". Vol. I. Ed. Reverte, Barcelona.
- (R) SERWAY, R. A.: "Física". Tomo I McGraw- Hill (2002).
- (R) BURBANO DE ERCILLA, S., BURBANO, E., GRACIA, C.: "Física General". Ed.Tébar.
- (R) SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W. Y YOUNG, H. D. : Física Universitaria. Addison - Wesley Iberoamericana.