



*Esta práctica se realizará en los laboratorios del Edificio Tecnológico. Esté atento a las normas de seguridad y a las indicaciones. Ante cualquier indicio de riesgo o accidente se solicita informar inmediatamente al docente a cargo o llamar a los internos: Enfermería: **5; Seguridad **1; Técnicos de Laboratorio **4*

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO 2

MEDICION DE LA DENSIDAD DE CUERPOS SÓLIDOS HOMOGÉNEOS

Resumen:

El concepto de densidad, íntimamente ligado al de masa, es un concepto central en física, con lo cual su determinación experimental es un requisito indispensable para futuras experiencias a realizar en los distintos cursos del área. En este caso se trata de obtener la densidad de un material a partir de la determinación de masa y volumen de una serie de piezas.

1-INTRODUCCIÓN

La densidad de objetos homogéneos es la misma en cualquier punto del mismo, siendo por lo tanto, una propiedad intensiva. Entendemos por propiedades intensivas a las que no son afectadas por el tamaño del cuerpo. Obviamente el peso y el volumen cambian con el tamaño del cuerpo, pero para sustancias homogéneas (por ej., el agua pura), cuando se comparan dos volúmenes diferentes, resulta que las masas también son diferentes y (lo que resulta más importante) son diferentes en la misma proporción. Por ej., si se duplica el volumen del cuerpo, también se duplica su masa. Esto sugiere que el cociente masa sobre volumen (m/V) es una propiedad intensiva (es decir que no cambia cuando cambia el volumen del cuerpo) y manifiesta una nueva propiedad que depende de la sustancia que se estudia y no de su forma o volumen.

1-1 Determinación de la densidad a partir de la medición de la masa y el volumen de una pieza dada.

El cociente m/V de un cuerpo homogéneo se llama densidad volumétrica y usualmente se lo designa con la letra griega rho: ρ (ver Ec. 1):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Siendo m la masa y V el volumen de la pieza. Las unidades, en el sistema métrico internacional, serán kg/m^3 , con lo cual habrá que hacer las conversiones que sean necesarias en caso de medirse experimentalmente el volumen, por ej. en ml.

Si al igual que en el laboratorio 1, consideramos la masa dada por:

$$m = m_0 \pm \varepsilon_m \quad (2)$$

Siendo m_0 el valor más probable y ε_m el error absoluto de la masa (error de apreciación de la balanza),

y el volumen como el dado en la Ec. (3):

$$V = V_0 \pm \varepsilon_V \quad (3)$$

Siendo V_0 el valor más probable del volumen y ε_V su error absoluto (el cual puede ser hallado en forma directa o indirecta según el caso).

A partir de (2) y de (3) podemos determinar el error relativo de la densidad (o bien el relativo porcentual), el cual será igual a la suma de los errores relativos de la masa y del volumen (¡verificarlo!):

$$\varepsilon_{r\rho} = \varepsilon_{rm} + \varepsilon_{rV} = \frac{\varepsilon_\rho}{\rho_0} \quad (4)$$

Luego, el valor de la densidad podrá ser expresado como en la ec. (5)

$$\rho = \rho_0 \pm \varepsilon_\rho \quad (5)$$

Siendo ρ_0 el valor más probable de la densidad, hallado a partir de la ecuación (6):

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad (6)$$

1-2 Determinación de la densidad en forma gráfica.

Si se reordena la ecuación (1), se obtiene una relación lineal (de la forma $Y = a \cdot X + b$), con ordenada al origen nula, como se muestra en la ecuación (7):

$$m = \rho V \quad (7)$$

Siendo la masa m la variable dependiente, el volumen V , la independiente y la densidad la pendiente de la recta por el origen. Luego, si se grafican valores de volumen en el eje de las abscisas y los de masa en el eje de las ordenadas, se puede calcular ρ , a partir de la pendiente de la recta que mejor ajusta con los datos experimentales, según la ecuación (7).

2. PARTE EXPERIMENTAL

2-1 Determinación de la densidad a partir de la medición de masa y volumen de una pieza dada.

Para realizar esta experiencia será necesario contar con el siguiente equipo experimental:

- Calibre (para medir longitudes pequeñas con precisión).
- Balanza.
- Pieza del material cuya densidad se quiere determinar.

Cada estudiante realiza una serie de medidas (no menor a 5 mediciones) de la densidad de un dado sólido. Se consignarán todas las mediciones con sus errores en forma de tablas como fuera explicado en el laboratorio 1.

- a) Pesar el objeto que se desea estudiar para poder calcular la masa con su error (Ec. (2)).

Nota: El valor de la masa está relacionado con el del peso según la relación:

$$P = m \cdot g$$

Siendo m la masa del objeto y g el valor de la aceleración de la gravedad.

En consecuencia la masa se expresa como:

$$m = \frac{P}{g}$$

- b) Determinar el volumen del objeto. Puede hacerse por inmersión, hallando el volumen desalojado o bien mediante su expresión analítica, la medición de sus variables y la propagación de errores, como fue realizado en el laboratorio 1. Dar el valor de la magnitud con su error (Ec. (3)).
- c) Calcular la densidad del objeto con su error (Ec. (5)), según lo expresado en las ecuaciones (4), (6).

Ver presentación de los resultados en 3.1.

2-2 Método gráfico: Determinación de la densidad a partir de la pendiente de la recta que mejor ajusta con los datos experimentales

Para realizar esta experiencia será necesario contar con el siguiente equipo experimental:

- Calibre (para medir longitudes pequeñas con precisión).
- Balanza.
- Pieza del material cuya densidad se quiere determinar.

- a) Determinar la masa y el volumen de cada cilindro con sus errores asociados.
- b) Graficar la masa en función del volumen (Ec. (7)).

Determine la recta tratando que ajuste lo mejor posible a los datos, es decir, tratando que quede la misma cantidad de puntos por encima de la recta como por debajo. Una vez determinada la mejor recta, calcule su pendiente y determinar el valor de ρ .

Para estimar el error de la pendiente, trace sobre el gráfico otras dos rectas, una con pendiente mayor que la determinada antes y otra con menor pendiente, de tal forma que den idea del error en la determinación de la pendiente. A partir de ellas determine el error de la pendiente.

Cuadrados mínimos: Existe un proceso matemático exacto para determinar la recta que mejor ajusta a los datos experimentales, comúnmente llamado método de cuadrados mínimos. Este método consiste en hallar la recta que minimiza la función suma de las distancias de los puntos medidos a la recta. Los detalles matemáticos de este proceso pueden estudiarse en los libros dados en la bibliografía en particular el Baird). Se puede hallar la recta por cuadrados mínimos empleando un programa de procesamiento de datos tal como el Excel o cualquiera de graficación (origin, sigma Plot, matlab, etc). Consultar con el docente según el que se tenga disponible.

3- RESULTADOS

3-1 Determinación de la densidad a partir de la medición de masa y volumen de una pieza

Los resultados experimentales deben ser consignados en la tabla 1:

Tabla 1: Valores experimentales de la masa y el volumen para determinar la densidad de un cuerpo sólido.

Medición #	m (kg)	ϵm (kg)	V (m3)	ϵV (m3)	ρ_0 (kg/m3)	$\epsilon \rho_0$ (kg/m3)
1						
2						
3						
4						
5						
Promedios						

Expresar la densidad como:

$$\rho = \rho_0 \pm \epsilon_\rho$$

a partir del cálculo de la media aritmética y la desviación estándar de ρ_0 .

3-2 Método gráfico: Determinación de la densidad a partir de la pendiente de la recta que mejor ajusta con los datos experimentales

Gráfico 1: m vs Vol y determinar gráficamente ρ a partir de la pendiente (a mano).

Gráfico 2: m vs. Vol y determinar la pendiente usando ajuste por cuadrados mínimos.

4- DISCUSION Y CONCLUSIONES

4-1 Determinación de la densidad a partir de la medición de masa y volumen de una pieza

Comparar los resultados obtenidos para la pieza bajo estudio y determinar, buscando una tabla de densidad de los materiales, de qué material se trata. Expresar el resultado obtenido.

4.2 Método gráfico: Determinación de la densidad a partir de la pendiente de la recta que mejor ajusta con los datos experimentales.

Discutir las diferencias entre los gráficos hallados. Analizar cómo representar los errores en los gráficos. Listar, con claridad, los valores obtenidos. Comparar lo hallado con lo calculado en el punto anterior.

5. REFERENCIAS

Confeccionar un informe siguiendo el modelo de presentación de informes dado en el archivo correspondiente.

Bibliografía sugerida

1. D.C. Baird “Experimentación: Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos”, Prentice-Hall Hispanoamericana, Mexico DF, 1991. Capítulos 3-4-5-6.
2. J. G. Roederer, “Mecánica Elemental”, EUDEBA, Buenos Aires, 1963. Capítulo 1.