

Mediciones indirectas y diferencias significativas (corregido)

meliecológica¹, Cecilia Zaza², and luz²

¹Affiliation not available

²Física 1 Mañana Lunes

March 25, 2018

Resumen

El objetivo de esta experiencia es adquirir un criterio para comparar distintas mediciones de una misma magnitud mediante el tratamiento de las incertezas de cada medición indirecta. Para esto vamos a medir el volumen de un cilindro de aluminio por medio de tres métodos, indirectos. En primer lugar usaremos una aproximación geométrica (considerando cilindro perfecto) midiendo el diámetro (d) y la altura (h). En segundo lugar el volumen (V) del desplazamiento del líquido (l) (considerando que es un sólido impermeable y líquido incompresible) midiendo el volumen del agua (V_{inicial}) inicialmente y el volumen de la probeta con el agua y la barra de aluminio sumergido totalmente (V_{final}) y un último método por medio de la densidad (d), el cual consiste en la medición de la masa (m) del tubo de aluminio y tomando un valor tabulado de densidad del aluminio $d_{Al} = (2,650 \pm 0,002) \frac{g}{cm^3}$ ² (considerando un cilindro de aluminio puro). A partir de estas mediciones haremos la propagación de errores para conocer el intervalo de incerteza de cada una. Los resultados obtenidos del volumen de la barra de aluminio por el método geométrico es $(18,5 \pm 0,06) \text{cm}^3$, por el método de densidad (d) $(19,696 \pm 0,004) \text{cm}^3$ y por el método por desplazamiento del líquido (l) $(19,0 \pm 1,4) \text{cm}^3$. Obteniendo como método más preciso es el de densidad (d) a comparación de los otros dos métodos y el método más exacto el método por desplazamiento del líquido (l).

Introducción

A través del tiempo se han creado objetos de distintos tamaños y formas que han obligado al ser humano a crear diferentes mecanismos de medición que le permite conocer la proporción espacial de cada objeto; Estos mecanismos cuentan con una diversidad de instrumentos y formulas numéricas, no obstante, los mismos no han sido lo suficientemente confiables para lograr medir objetos no convencionales, razón por la cual se han diseñado nuevos mecanismos que han permitido calcular las magnitudes de otra forma, como son las formas de mediciones indirectas, que se caracterizan por la combinación de formas directas de mediciones para llegar a la aproximación de la magnitud real.

La medición de forma indirecta de la magnitud (W), implica un error progresivo en el cual se propaga las incertezas de cada magnitud. Una forma de calcularlos son por medio de la suma de cada error relativo, es decir, el error específico sobre el valor medio al cuadrado. (bx8)

$$[?]w = \sqrt{\left(\frac{[?]f}{[?]x} [?]x\right)^2 + \left(\frac{[?]f}{[?]y} [?]y\right)^2 + \left(\frac{[?]f}{[?]z} [?]z\right)^2}$$

Donde (w) magnitud indirecta, (x,y,z) magnitudes directas independientes entre si (x,y,z, etc) y ([?]w,[?]x y [?]y) incerteza de cada magnitud.

En este caso, se estudiara a una magnitud especifica como es el volumen (V) de una barra de aluminio.

El volumen se caracteriza por tener diferentes acotaciones de error, dependiendo de la forma con que se miden. En este experimento utilizaremos:

- Metodo geometrico: Se basa como hipotesis principal que es un cilindro perfecto, calculado a partir de la Ec.2.

$$V = \Pi r^2 h \quad \text{Ec. 2(fis)}$$

Donde (r) es el radio y (h) es la altura.

- Metodo por desplazamiento de liquido (l): Tiene en cuenta como base la hipotesis de volumen (V) aditivos. (ver Ec.3)

$$V_{desalojado} = V_{final} - V_{inicial} \quad \text{Ec. 3}$$

- Metodo de densidad (d): Se basa a partir del masa (m) y de la densidad ya establecida, deduciendo que la masa de aluminio es puro y la temperatura es constante. (ver Ec. 4(fis))

$$d = \frac{m}{V} \quad \text{Ec. 4}$$

El objetivo del experimento constara de realizar medicion de una magnitud por diferentes metodos indirectos y comparar, a partir de los errores, para indicar cual es el metodo mas preciso y/o exacto.

Desarrollo experimental

El experimento realizado se baso en la medicion del volumen de una barra de aluminio, por medio de tres metodos distintos: Geometrico, desplazamiento del liquido y a partir de una densidad conocida. Por lo cual se manipularon por dos operadores OP1 y OP2 los siguientes instrumentos: Una balanza digital marca OHAUS con precision estandar, error de 0,001g , un Calibre dividido en 20 divisiones de precision de 0,002g, una barra de aluminio, una Probeta 100 ml con precision 1cm3 y un vaso de agua de 10ml.

Metodo A geometrico

Se realizara la medicion a partir de los instrumentos 2. y 3. por el OP1. Quien debera tomar el calibre de 20 divisiones y medir el diametro D aproximado de la barra de aluminio, luego se realizara la medicion nuevamente pero a lo largo de la barra, es decir, la altura h del cilindro y por ultimo a partir de los valores adquiridos se realizara el calculo matematico del volumen a partir de la Ec. 2 (ver Resultados). En este caso se realizaran varias mediciones con el calibre, para obtener el promedio de los valores de D y de h.

Método B de densidad (d)

La densidad de una sustancia es la relación entre cierta cantidad de masa, ver Ec .4 Sabiendo la densidad tabulada del aluminio ($d_{Al} = (2,65 \pm 0,002) \frac{g}{cm^3}$) y pesando en una balanza la masa del cilindro se puede despejar el volumen del mismo. Para que este cálculo sea correcto hay que asumir que el cilindro está hecho de aluminio sin impurezas, y que la temperatura ambiente se mantuvo constante en el período que duró el proceso de medición.(ver Resultados)

Método C por desplazamiento de líquido

El volumen es la cantidad de espacio que ocupa una sustancia. Por lo cual realizando la medición del $V_{inicial}$ (volumen de la probeta con agua) y el V_{final} .(volumen de la probeta con agua sumergido totalmente la barra de aluminio) y utilizando la Ec. 3 se obtuvo el valor del $V_{desalojado}$.(ver Resultados)

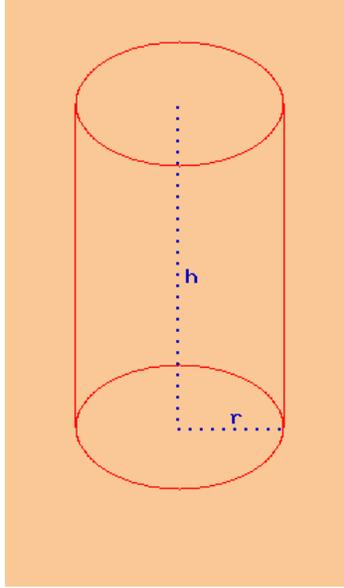


Figure 1: Figura del cilindro para el cálculo geométrico. Figura obtenida 1

Los anteriores procedimientos fueron realizados a una temperatura de 20° constante, para no alterar la densidad.

Resultados

Método A geométrico

Valor del diámetro (D) de la barra de aluminio $D=(1,256\pm 0,002)\text{cm}$ y altura $h=(15,011\pm 0,002)\text{cm}$. Por lo cual para la fórmula del volumen total es necesario el radio, utilizando la Ec. 2, obtuvimos el valor de $r=(0,628\pm 0,001)\text{cm}$ (ver cálculos Apéndice). Con los valores de r y h y utilizando la Ec. 2. (ver cálculos método A, Apéndice) obtuvimos el volumen del cilindro perfecto. (ver tabla 1, Fig. 2)

Método B de densidad (d)

Volumen de aluminio = $\frac{\text{masa}}{d}$

Masa medida: $m=(53,18 \pm 0,01)\text{g}$

Aproximamos la densidad del aluminio como si fuera una constante,

$d=(2,650\pm 0,002)^2\text{g/cm}^3$. Obteniendo a partir de Ec. 4 (ver cálculos método B, Apéndice) el volumen. (ver tabla. 1, Fig.2) .

Método C por desplazamiento de líquido (l)

Volúmenes de agua:

$$V_{inicial} = (79 \pm 1) \text{ cm}^3$$

$$V_{final} = (98 \pm 1) \text{ cm}^3$$

Reemplazando en la Ec. 3 (ver cálculos método C, Apéndice), obtuvimos el volumen. (ver tabla. 1, Fig. 2)
 Obteniendo los valores del volumen de la barra de aluminio:

	V(cm3)	ΔV (cm3)
Método A	18,59	0,06
Método B	19,696	0,004
Método C	19	1

Figure 2: Tabla.1 Datos obtenidos a partir de los tres métodos para el volumen (V) de una barra de aluminio.

Discusión

En base a los resultados, se puede afirmar que el método más preciso fue el método de densidad (d) (método B), debido que genera un intervalo más acotado con respecto a su error relativo $E_{\text{relativo}} = 0,0002$ a comparación de los valores de los errores relativos de los otros dos métodos, que son de un intervalo mayor (método A $E_{\text{relativo}} = 0,003$ y método C $E_{\text{relativo}} = 0,07$) (ver cálculos, Apéndice). Por otro lado el método de desplazamiento de líquido (l) (método C) es el valor más exacto de todos, debido a que el intervalo de incerteza es mayor $E_{\text{relativo}} = 0,07$. con lo cuál incluye a los dos métodos A Y B, lo que lo convierte en el valor mas próximo al real.

Por otro lado se puede observar que los valores de los métodos geométrico (método A) y de densidad (método B) no se interceptan. Esto puede ser debido a que el método A se asumió como hipótesis que era un cilindro perfecto, despreciando las irregularidades de su superficie y en el método B asumiendo que era una barra de aluminio 100% puro y macizo, sin considerar el tipo de aleación de aluminio que era para tomar el valor de la densidad de aluminio tabulada.

Conclusiones

Realizando la medición de una medida indirecta como es el volumen de una barra de aluminio a partir de tres métodos diferentes con mediciones de magnitudes directas, se pudo obtener que el método más preciso de los tres planteados es método de densidad (d), es decir es el método de mejor calidad de medición. Además se pudo evidenciar que el método más exacto de los tres realizados es el método por desplazamiento del líquido (l) ya que contiene a los dos valores de los otros dos métodos utilizados.

Apéndice

1. Calculos

Método A , geométrico:

$$r = \frac{1,256 \text{ cm}}{2} = 0,628 \text{ cm}$$

$$Dr = \sqrt{\left(\frac{df}{da} Dd\right)^2}$$

$$\Delta r = \left(\frac{1}{2}\right) [?] 0,002 \text{ cm} = 0,001 \text{ cm}.$$

$$V = \Pi \cdot 0,628 \text{ cm}^2 \cdot 15,011 \text{ cm} = 18,598 \text{ cm}^3$$

$$DV = \sqrt{\left(\left(\frac{df}{dr}\right) Dr\right)^2 + \left(\left(\frac{df}{dh}\right) Dh\right)^2}$$

$$DV = \sqrt{(\Pi \cdot 2rh \cdot Dr)^2 + (\Pi \cdot r^2 \cdot Dh)^2}$$

$$DV = \sqrt{(\Pi.2(0,628cm.15,011cm).0,001cm)^2 + (\Pi.0,628cm^2.0,002cm)^2}$$

$$DV = 0,059 \text{ cm}^3$$

Método B, densidad (d):

$$V = \frac{53,18.g.cm^3}{2,7.g} = 19,696 \text{ cm}^3$$

$$DV = \left| \frac{dV}{d\rho} \right|$$

greekm.Δm

$$DV = \left| \frac{1}{\rho} \cdot Dm \right|$$

$$DV = \left| \frac{1cm^3}{2,7g} \cdot 0,01g \right| = 0,004 \text{ cm}^3$$

Método C, desplazamiento del líquido (l):

$$V_{inicial} = (79 \text{ cm}^3 \pm 1 \text{ cm}^3)$$

$$V_{final} = (98 \text{ cm}^3 \pm 1 \text{ cm}^3)$$

$$V_{desalojado} = V_{final} - V_{inicial} = 19 \text{ cm}^3$$

$$DV_{desalojado} = \sqrt{\left(\frac{dV_{des}}{dV_f} \cdot DV_f\right)^2 + \left(\frac{dV_{des}}{dV_i} \cdot DV_i\right)^2}$$

$$DV_{desalojado} = \sqrt{(1 \cdot DV_f)^2 + (-1 \cdot DV_i)^2}$$

$$DV_{desalojado} = \sqrt{(1 \cdot 1 \text{ cm}^3)^2 + (-1 \cdot 1 \text{ cm}^3)^2} = 1,4 \text{ cm}^3$$

Calculo de errores relativos $E_{relativo}$

$$E_{relativo} = \frac{Error \cdot V}{V}$$

Método A : $E_{relativo}=0,003$.

Método B: $E_{relativo}=0,0002$.

Método C: $E_{relativo}=0,073$.

References

Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49557266/Probabilidad_L1.pdf?AWSAccessKeyId = AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires = 1518989784&Signature = mOkVBGEXorG6grXI9hURL](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/49557266/Probabilidad_L1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1518989784&Signature=mOkVBGEXorG6grXI9hURL). Accessed on Sun, February 18, 2018.

1.5.6. Física y medición - Cifras significativas — Fismec. http://www.fismec.com/introduccion_fisicaymedicion_cifras_significativas. Accessed on Sun, February 18, 2018.