

DIDÁCTICA DEL MEDIO NATURAL I

Física. Práctica de Laboratorio 1.



Medida de dimensiones geométricas y cálculo de densidades.

Objetivos

- Determinar las dimensiones geométricas (lineales, superficie, volumen) de una pieza sólida regular, estimando las correspondientes incertidumbres de medida.
- Determinar, utilizando diferentes métodos, la densidad de un sólido regular, estimando en cada caso las correspondientes incertidumbres de medida.

Material

1. Piezas cuyas dimensiones geométricas y densidad se pretende medir.
2. Hilo para suspender la pieza e introducirla en un vaso de precipitados o probeta.
3. Soporte para sujetar la pieza con el hilo al ser sumergida.
4. Balanza de precisión.
5. Calibre o pie de rey.
6. Pálmer.
7. Vaso de precipitados.
8. Probeta.

Descripción de los diferentes aparatos de medida

Balanza de precisión

Es un aparato que sirve para pesar, lo que permite medir la masa de un objeto si la balanza está bien calibrada mediante comparación con masas patrón.

Calibre o pie de rey (Fig. 1)

Instrumento para la medida de dimensiones exteriores (1), interiores (2) y profundidades (3). Consiste en una regla graduada (4,5) con dos mordazas cuyos bordes están enfrentados y son rectilíneos y perpendiculares a la regla. Una de las piezas es fija a la regla, mientras que la otra es móvil a lo largo de ella y lleva el nonius (6,7), que permite aumentar la precisión del instrumento: si el nonius tiene n divisiones, la precisión es la de la regla dividida por n .

Principio de funcionamiento del calibre: un nonius con n divisiones se construye de modo que su longitud total sea igual a $n - 1$ divisiones de la regla, con lo que la longitud de una división del nonius es $(n - 1)/n$ de la división más pequeña de la regla. El nonius de la figura 2 está dividido en 10 partes iguales, por lo que en este caso se tiene que $n = 10$. Además, su longitud es de exactamente 9 mm , por lo que cada subdivisión mide $9/10 = 0.9 \text{ mm}$ y su precisión será de $1/10 = 0.1 \text{ mm}$. Con el instrumento desplazado

0.1 mm, la primera (y sólo la primera) línea del nonius coincide con una línea de la regla superior (0.9 mm + 0.1 mm coincide con la línea de 1 mm de la regla). Al desplazar 0.2 mm, sólo la segunda línea coincide con una línea de la regla superior ($2 \times 0.9 + 0.2$ mm coincide con la línea de 2 mm de la regla) y así sucesivamente, lo que ofrece la mencionada precisión de 0.1 mm al determinar cuál de las líneas del nonius coincide con una de arriba.

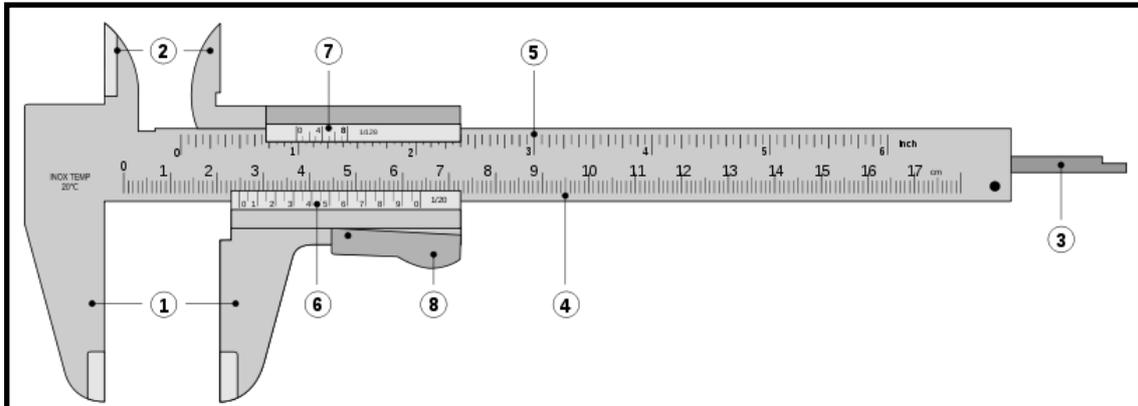


Fig. 1: Esquema de un calibre o pie de rey.

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Varilla para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

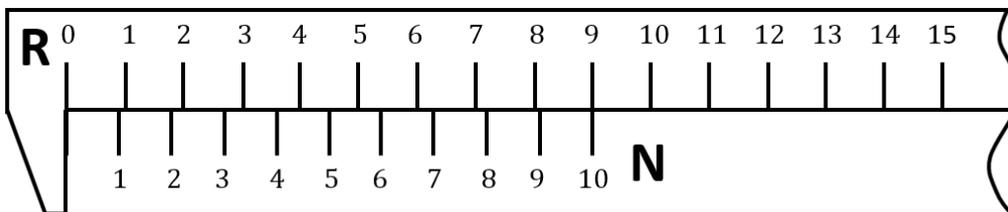


Fig. 2: Regla del calibre (R) y nonius (N).

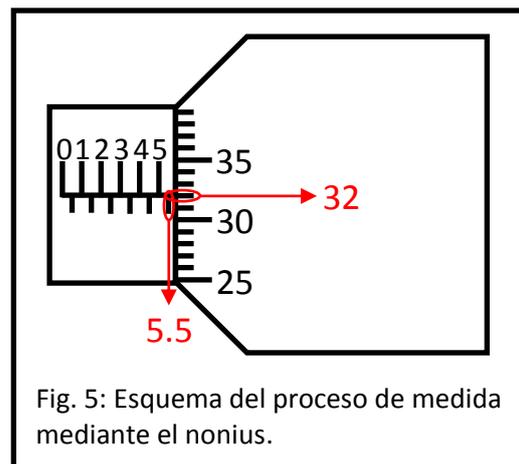
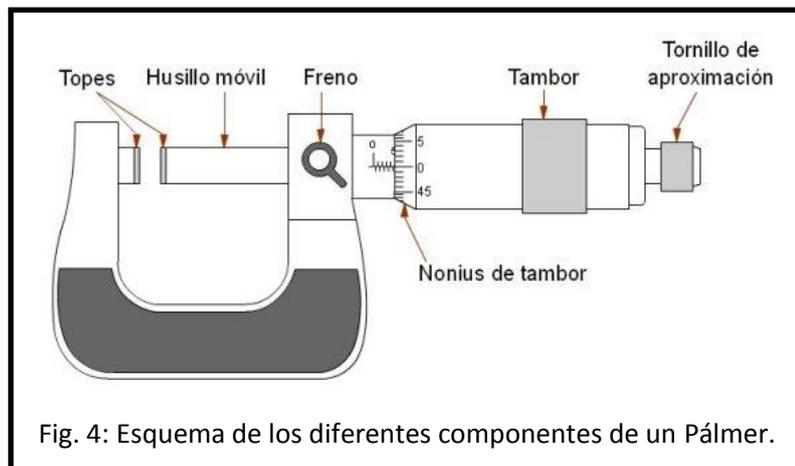
Error de cero: si al cerrar las mordazas hasta el contacto de sus bordes el cero del nonius no coincide con el de la regla existe error de cero. Para hallar su valor hay que determinar la línea del nonius L que coincide con una línea de la regla superior. Si el cero del nonius cae antes que el de la regla el error es $\varepsilon = n - L$ y si cae después $\varepsilon = -L$ (en ambos casos multiplicado por la precisión del nonius). Este valor ha de sumarse (con su signo) a las medidas que se hagan con el aparato.

Modo de operar: se desplaza la pieza móvil hasta que coincida con la longitud que se desea medir. La longitud buscada es igual a la longitud que marca la regla antes del cero del nonius, l_0 (número de divisiones de la regla multiplicadas por su precisión) más la precisión del nonius multiplicada por el valor de la línea del nonius que coincide con una de la regla superior (que corresponde a la longitud l_1 que hay desde la última división de la regla hasta el cero del nonius). Como ejemplo, en la figura 3 el resultado de la medición sería $l = l_0 + l_1 = 4 \times 1 \text{ mm} + 8 \times 0.1 \text{ mm} = 4 \text{ mm} + 0.8 \text{ mm} = 4.8 \text{ mm}$.



Pálmer (Fig. 4)

Es un instrumento que utiliza un tornillo micrométrico y se emplea generalmente para medir las dimensiones lineales de pequeños objetos y espesores. Está formado por una pieza metálica en forma de U (ver Fig.). De la parte superior de una de las ramas arranca una pieza cilíndrica, que sirve de tuerca a un tornillo micrométrico y en la cual está marcado un índice a lo largo de una generatriz que hace de contador de vueltas. La cabeza del tornillo tiene forma de tambor hueco y enfunda a dicha pieza-tuerca. Un borde de este tambor es paralelo a las divisiones de la regla y a su alrededor lleva marcada una escala circular. El avance de la punta del tornillo está limitado por una pieza tope que hay en la otra rama de la U. La precisión del Pálmer es el cociente

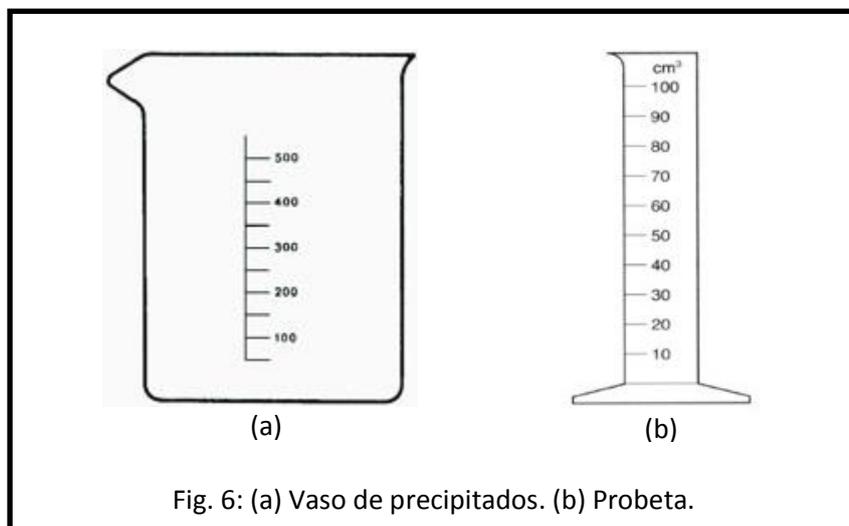


entre una división de la regla y el número de divisiones que haya tenido que girar el tambor para avanzar esa división. En la lectura de la medida, las unidades enteras las dará la escala de la generatriz, mientras que las fracciones de unidad las marca el tambor. Para medir la longitud de un cuerpo, éste se coloca entre el tope y el extremo del tornillo. A continuación se hace avanzar el tornillo hasta que presione ligeramente al cuerpo. En la escala fija se lee el número de cifras enteras, y la parte fraccionaria se lee en la escala móvil. El pálmer que se va a utilizar tiene un paso de rosca de 0.5 mm y la escala móvil tiene 50 divisiones, por lo que la precisión es de 0.01 mm .

Al realizar una medida siguiendo la figura, la escala fija nos indica 5.5 y la escala móvil 32. Por lo tanto, la medida será 5.82 mm .

Vasos de precipitados y probetas:

Son instrumentos en forma de cilindro o tubo graduado que permiten contener líquidos y sirven, entre otras cosas, para medir volúmenes de forma aproximada. En la parte inferior están cerrados y poseen una base que sirve de apoyo. La parte superior está abierta (permite introducir el líquido) y suele tener un pico (permite verter el líquido).



Método experimental

1) Medida de las dimensiones geométricas de un prisma rectangular

Dado que la pieza tiene forma de prisma rectangular, será necesario medir las tres longitudes que la definen ($a \pm \Delta a$, $b \pm \Delta b$ y $c \pm \Delta c$). Con estas medidas se podrá determinar el área de la superficie lateral ($A \pm \Delta A$) y el volumen ($V \pm \Delta V$) de la pieza. Para ello, se realizarán las medidas necesarias junto con una estimación de los errores.

2) Cálculo de la densidad de un sólido regular

En el laboratorio disponemos de una serie de materiales de diferentes densidades. Se trata de elegir dos de ellos y estimar su densidad para posteriormente averiguar de qué elemento o compuesto se trata. Se utilizarán tres métodos diferentes a la hora de estimar la densidad:

Método 1: Balanza y calibre

Con la balanza determinamos la masa de la pieza. El volumen se mide indirectamente a través de la medición de las longitudes necesarias para su cálculo. Este método sólo es aplicable en sólidos con alto grado de simetría. Finalmente, dividiendo el valor obtenido para la masa entre el valor obtenido para el volumen obtendremos la densidad de la pieza. Finalmente, se expresa el resultado junto con el error.

Método 2: Balanza y probeta

Con la balanza determinamos la masa de la pieza. El volumen se determina midiendo el aumento del nivel del agua en la probeta al ser sumergida la pieza completamente (volumen de líquido desalojado). Finalmente, se expresa el resultado junto con el error.

Método 3: Balanza hidrostática

La balanza hidrostática se basa en el Principio de Arquímedes. En primer lugar se calcula la masa del cuerpo con la balanza. A continuación, se suspende el cuerpo de un soporte y se introduce en un vaso de precipitados (o probeta) lleno de agua, sumergiéndole totalmente, y midiendo el empuje que experimenta E (para ello, el cuerpo debe estar totalmente sumergido en el agua, sin tocar el fondo del recipiente). Se tiene por tanto que el peso del cuerpo es $P = Mg$, mientras que el empuje que sufre al ser sumergido completamente en el agua es $E = \rho_f gV$, siendo ρ_f la densidad del fluido (en nuestro caso al ser agua se tiene que $\rho_f = 1 \text{ g/cm}^3$). Al hacer el cociente entre P y E se obtiene:

$$\frac{P}{E} = \frac{Mg}{\rho_f gV} = \frac{M}{\rho_f V} = \frac{\rho}{\rho_f} = \rho_r$$

siendo ρ_r la densidad relativa del cuerpo, respecto a la densidad del fluido en el que está sumergido.

Cuestiones

1. Si tuvieras que emplear uno de los tres métodos vistos en la experiencia para calcular la densidad de un sólido, ¿cuál de ellos utilizarías? ¿Por qué?