

¿Qué significa medir?

Es comparar la cantidad desconocida que queremos determinar y una cantidad conocida de la misma magnitud, que elegimos como unidad. Al resultado de medir lo llamamos Medida.

Cuando medimos algo se debe hacer con gran cuidado, para evitar alterar el sistema que observamos. Por otro lado, no hemos de perder de vista que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a imperfecciones del instrumental o a limitaciones del medidor, errores experimentales, por eso, se ha de realizar la medida de forma que la alteración producida sea mucho menor que el error experimental que se pueda cometer.

La medida o medición diremos que es directa, cuando disponemos de un instrumento de medida que la obtiene, así si deseamos medir la distancia de un punto A un punto B, y disponemos del instrumento que nos permite realizar la medición, esta es directa.

Unidades de medida

Al patrón de medir le llamamos también Unidad de medida.

Debe cumplir estas condiciones:

1º.- Ser inalterable, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.

2º.- Ser universal, es decir utilizada por todos los países.

3º.- Ha de ser fácilmente reproducible.

Conceptos previos

Magnitud es todo aquello que se puede medir, que se puede representar por un número y que puede ser estudiado en las ciencias experimentales (que observan, *miden*, representan....)

Ejemplos de magnitudes: velocidad, fuerza, temperatura, masa, tiempo, etc.

Para obtener el número que representa a la magnitud debemos **medirla**. Al medir **surgen errores**

Para medir debemos diseñar el instrumento de medida y escoger una cantidad de esa magnitud que tomamos como **unidad**.

Para medir la masa, por ejemplo, tomamos (arbitrariamente) como unidad una cantidad materia a la que llamamos kg.

Apreciación de un instrumento: Es la mínima medida que puede obtenerse con la escala de un instrumento.

Alcance de un instrumento: Es la máxima medida que puede determinarse con la escala del instrumento.

Estimación: Procedimiento por el cual se obtiene el valor más probable de una magnitud subdividiendo a ojo la apreciación del instrumento de medida utilizado.

Este tratamiento tiene como objetivo medir el error de los datos. La causa de tales errores es la aproximación de medidas. Los números exactos tienen infinitas cifras significativas o dígitos, los cuales tienen significado físico.

Cifras Significativas

Son todas las cifras seguras de una medida más la primera insegura o afectada de error.

Consideraciones:

Todos los dígitos distintos de cero son cifras significativas.

- Los ceros entre cifras distintas de cero son también cifras significativas.

Ej: 106 ⇨ 3 C.S.
1.02 ⇨ 3 C.S.
100349.87 ⇨ 8 C.S.

- Ceros a la izquierda NO son cifras significativas, a partir de la primera cifra distinta de cero.

Ej: 0.001301 ⇨ 4 C.S.

- Ceros a la derecha, a partir de la primera C.S. distinta de cero, al final de un número Sí es cifra significativa.

Ej: 0.30 ⇨ 2 C.S.
0.330 ⇨ 3 C.S.
1000.00 ⇨ 6 C.S.

- Ceros sin coma decimal: Notación científica.

Ej: 5000 ⇨ 1 C.S.
 5.0×10^3 ⇨ 2 C.S.
 5.00×10^3 ⇨ 3 C.S.

Operaciones

Suma y Resta:

El resultado debe tener tantas C. decimales como tenga, el término CON MENOR N° de decimales.

Ej: $3.14159 + 2.1 = 5.24159 \Rightarrow 5.2$ (con redondeo)

Multiplicación y división:

El resultado no puede contener más Cifra Significativas, que las del término CON MENOR N° de cifras significativas.

Ej: $3.14159 \times 2.1 = 6.597339 \Rightarrow 6.5 \Rightarrow 6.6$ (con redondeo)

Criterios de redondeo de cifras

- Si el primer dígito no significativo es menor que 5, se elimina sin modificar la cifra anterior.
- Si el primer dígito no significativo es 5 o mayor que 5, se elimina y se le suma uno a la cifra anterior.

Ej: $3.14 \Rightarrow 3.1$

$2.76 \Rightarrow 2.8$

$3.15 \Rightarrow 3.2$

ERRORES DE MEDICIÓN

Todas las medidas vienen condicionadas por posibles errores experimentales (accidentales y sistemáticos) y por la sensibilidad del aparato. Es decir que el proceso de medición nos lleva a la obtención del valor más representativo de la magnitud medida.

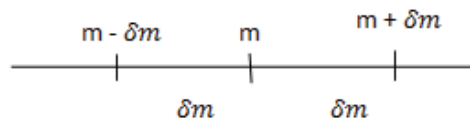
Una medida nunca está exactamente determinada; siempre presenta un intervalo de tolerancia en el valor de la misma llamado incertidumbre de la medida (más frecuentemente, *error absoluto*).

Una medida correctamente expresada debe proporcionar el valor más probable de la magnitud y la incertidumbre correspondiente.

Una forma de determinar el valor más probable, es formar una serie de medidas de la misma magnitud; obteniéndose así valores que diferirán un poco entre sí, pero si aceptamos que aquellos que difieren lo mismo por encima y por debajo del valor más probable, son igualmente probables entre sí, podemos tomar el valor más probable como el valor medio de la serie (promedio aritmético). Si existe un valor predominante en la serie, el que más se repite, (modo) se tomará ese valor como más probable.

\underline{m} es el valor más probable de las \underline{n} medidas obtenidas.
$$m = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{n}$$

Debemos evaluar ahora la incertidumbre, para ello tomamos una cantidad tal que sumada y restada a m , cubra un intervalo de magnitud que nos asegure que cualquier nueva medida tomada caerá dentro de él; o por lo menos sea altamente probable que caiga dentro de él.



Es imposible conocer el "valor verdadero" de una magnitud. La teoría de errores acota los límites entre los que debe estar dicho valor. El error en las medidas tiene un significado distinto a "equivocación": el error es inherente a todo proceso de medida.

INCERTIDUMBRE O ERROR ABSOLUTO:

Corresponde con la apreciación del instrumento o con la estimación del mismo.

Para indicar la incertidumbre o error absoluto se suele utilizar la letra delta minúscula (δ). En forma general una medida m se expresará:

$$m \pm \delta m$$

INCERTIDUMBRE O ERROR RELATIVO:

Con la finalidad de evaluar la incertidumbre con relación a la medida m , definimos el error relativo (E_R), al cociente entre la incertidumbre absoluta y la medida.

$$E = \frac{\delta m}{m}$$

ERROR PORCENTUAL O PORCENTAJE DE ERROR

Se obtiene al multiplicar por 100, el error relativo.

$$\% \text{ error} = \frac{\delta m}{m} \times 100$$

Reglas para expresar una medida y su error:

1. Todo resultado experimental o medida hecha en el laboratorio debe de ir acompañada del valor estimado del error de la medida y a continuación, las unidades empleadas.
2. Debemos escribir todos los dígitos que son seguros y el primer dígito inseguro.
3. El error absoluto de tener una sola cifra significativa. En caso de que tenga más de una, debemos redondear.
4. El error absoluto debe afectar a la última cifra de la medida. Dicho de otra forma, la medida no puede tener mas cifras decimales que el error.

EJEMPLO: ¿Qué velocidad indica el instrumento de la figura?

La aguja del velocímetro no coincide exactamente con una marca de la escala, por lo tanto para acercarnos al valor más probable de velocidad, tendremos que subdividir "a ojo" (estimar) el intervalo.

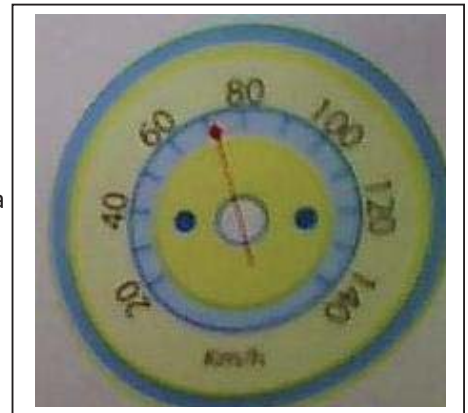
Cada intervalo entre dos marcas consecutivas (apreciación) es de 10Km/h, una primera aproximación sería suponer que la aguja está en el medio (75Km/h), de esta forma nuestra estimación sería de 5Km/h.

Con un poco de práctica y buena vista, podemos subdividir imaginariamente en mayor número de partes, por ejemplo 5, en este caso la estimación sería 2Km/h.

Para expresar el margen de incertidumbre de una medida se puede elegir la apreciación del instrumento o la estimación. Por ejemplo la nueva lectura del velocímetro podría ser: $v = (74 \pm 2) \text{Km/h}$. Esta notación significa que el valor más probable de la velocidad es 74Km/h, pero cualquier valor comprendido entre 72Km/h y 76Km/h es posible.

En este ejemplo, donde la velocidad fue $v = (74 \pm 2) \text{Km/h}$, tenemos que:

- El error absoluto es 2Km/h.
- El error relativo es $E_R = \frac{\delta v}{v} = \frac{2 \text{Km/h}}{74 \text{Km/h}} = 0,03$. Observa que las unidades se cancelan y E_R **no tiene unidades**.
- El porcentaje de error en la velocidad es $0,03 \times 100 = 3\%$.



PROPAGACIÓN DE ERRORES

En la mayoría de los trabajos que realizamos, después de medir y expresar correctamente las medidas con su incertidumbre, tendremos que realizar cálculos con ellas. A continuación se plantea como debemos proceder para obtener las incertidumbres de los resultados de dichas operaciones.

Operación	Incertidumbre
$S = A + B$	$\delta S = \delta A + \delta B$
$R = A - B$	$\delta R = \delta A + \delta B$
$M = A \cdot B$	$\delta M = \left(\frac{\delta A}{A} + \frac{\delta B}{B} \right) A \cdot B$
$D = \frac{A}{B}$	$\delta M = \left(\frac{\delta A}{A} + \frac{\delta B}{B} \right) \cdot \frac{A}{B}$
$\text{Sen } \theta$	$\delta(\text{Sen } \theta) = \cos \theta \cdot \delta \theta$
$\text{Cos } \theta$	$\delta(\text{Cos } \theta) = \text{Sen } \theta \cdot \delta \theta$

- ❖ El error absoluto de una suma, es la suma de los errores de los sumandos.
- ❖ El error absoluto de una resta es la suma de los errores absolutos del minuendo y el sustraendo.
- ❖ El error relativo de un producto es la suma de los errores relativos de los factores.
- ❖ El error relativo de un cociente es la suma de los errores relativos del divisor y el dividendo.

SERIE DE MEDIDAS

En un trabajo experimental es conveniente repetir varias veces la medición de cada magnitud en estudio. muchas veces encontraremos que las medidas obtenidas no son iguales entre si.

Existen al menos tres criterios para elegir el valor que representa a una serie de medidas, estos son:

- **El promedio:** Es el cociente de la suma de todos los valores, dividido entre el número total medidas realizadas.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$$

- **El modo o moda:** Es el valor que tiene mayor frecuencia, o sea el que se repite mayor número de veces.
- **La mediana:** Es el promedio entre el mayor y el menor valor de la serie.

$$X = \frac{X_{max} + X_{min}}{2}$$

Para determinar la incertidumbre existen muchos criterios, uno muy sencillo es hacer la semi diferencia entre el valor mayor y el menor de la serie.

$$\delta X = \frac{X_{m\acute{a}x} - X_{m\acute{i}n}}{2}$$