

Fundamentos de Física

Tema 1. FÍSICA E INGENIERÍA-2

Ing. Francisco Miguel Pérez Ramírez

Contenido

- 1.5 Mediciones directa e indirecta.
- 1.6 Conceptos de error, error sistemático y error aleatorio.
- 1.7 Sensibilidad de un instrumento de medición, obtención experimental de la precisión y de la exactitud de un instrumento de medición y el proceso de calibración.
- 1.8 Manejo de datos experimentales e incertidumbre de una medición y análisis estadístico elemental de datos experimentales.

1.5 Mediciones directa e indirecta.

Medición es la comparación de un patrón con una variable física de la misma especie con el fin de determinar cuántas veces la primera contiene a la segunda. En la mayoría de los casos se utiliza un instrumento de medición como referencia o patrón.

La medición se puede clasificar en directo o indirecta.

- La medición directa. Es el proceso que consiste en determinar la magnitud de una cantidad física comparándola directamente con el instrumento de medición. Por ejemplo cuando medimos la longitud del pizarrón utilizamos un flexómetro.
- La medición indirecta es aquella en la que la magnitud buscada se estima mediante el cálculo de dos o más magnitudes diferentes que se midieron directamente. Por ejemplo para determinar la velocidad de un automóvil se mide la distancia y el tiempo con instrumentos de medición.

1.6 Conceptos de error.

Sabemos que cualquier medición de una magnitud física difiere respecto al valor real, produciéndose una serie de errores que se pueden clasificar en función de las distintas fuentes donde se producen, es decir, el error experimental siempre va a existir y depende básicamente del procedimiento elegido y la tecnología disponible para realizar la medición.

El error se cuantifica como la diferencia entre el valor real menos el valor medido.

1.6a Error sistemático.

Los errores sistemáticos son aquellos que se pueden evitar, corregir o compensar. Por ejemplo: falta de calibración del instrumento de medición que vamos a usar o mala lectura por parte del observador.

1.6b Error aleatorio

Los errores aleatorios como su nombre lo indica son aquellos que se presentan por cambios aleatorios en el proceso de medición. Por ejemplo las corrientes de aire que se producen al abrir y cerrar la puerta cuando se mide la masa de un cuerpo con una balanza de peso deslizante. La característica de estos errores es que no se pueden eliminar ni corregir.

1.7 Sensibilidad de un instrumento de medición,

Un instrumento de medición es más sensible cuanto más pequeña sea la cantidad que puede medir.

La sensibilidad es el parámetro que nos indica cuál es la respuesta del instrumento de medición a ciertas entradas, se puede determinar por medio de la pendiente de la curva de calibración y se representa por la letra “S” mayúscula.

$$S = m = \Delta T_L / \Delta T_p$$

Características de los instrumentos que definen su comportamiento

Estáticas. Aquellas que se identifican observando la carátula o pantalla del instrumento.

- **Rango.** Intervalo de medición del instrumento, es decir, el valor mínimo y el máximo que constituyen los límites de la escala.
- **Resolución.** La resolución es el mínimo valor que puede leer en el instrumento.
- **Legibilidad.** Que tan fácil se puede realizar la lectura.

Ejemplo

Para el siguiente instrumento, se tiene que su rango es de 0 a 15 [V], su resolución es de 1 [V] y su legibilidad es buena.



Medidor de presión

Rango=0.5 a 38 [Bar]

Resolución 0.1 [bar]

Legibilidad= buena



Características de los instrumentos que definen su comportamiento

Características dinámicas. Estas características describen el comportamiento del instrumento ante una entrada variable, es decir, es necesario realizar mediciones y comparar la lectura obtenida con respecto a la variable de entrada.

- **Exactitud.** Es la característica del instrumento de medición que permite obtener una lectura de cierta cantidad física lo más cercana posible al valor real o patrón.
- **Precisión.** Es la capacidad que tiene el instrumento de medición de repetir una misma lectura cuando la cantidad que se mide no cambia.
- **Sensibilidad.** Es la lectura que proporciona el instrumento de medición a una entrada.

1.7b Obtención experimental de la de la exactitud de un instrumento

La exactitud se define en función del porcentaje de error de exactitud:

$$\% EE = \left| \frac{V_{patrón} - V_{leído}}{V_{patrón}} \right| \times 100$$

El porcentaje de exactitud o la exactitud en forma porcentual es:

$$\% E = 100 - \% EE$$

Ejemplo

Con un dinamómetro como el que se muestra en la figura se midieron los pesos de varias masas patrón, según se muestra en la tabla. Sabiendo que el experimento se realizó en la Cd. de México, $g=9.78$ $[m/s^2]$, determine en el SI:

- El rango, la resolución y la legibilidad del dinamómetro.
- El porcentaje de exactitud para el valor patrón $m_p = 200$ [g].

m_p [g]	0	140	200	350
W_L [N]	0.5	1.5	2.0	3.5



Resolución.

Obteniendo el peso de las masas patrón

W_p [g]	0	1.369 2	1.956	3.423
W_L [N]	0.5	1.5	2.0	3.5

$$\% EE = \left| \frac{W_P - W_L}{W_P} \right| \times 100 = \left| \frac{1.956 - 2}{1.956} \right| \times 100 = 2.2495\%$$

1.7c Obtención experimental de la precisión de un instrumento

La precisión también se define en función del porcentaje de error de precisión:

$$\%EP = \left| \frac{V_{leido} - V_{más\ alejado}}{V_{leido}} \right| \times 100$$

Por lo tanto el porcentaje de precisión:

$$\%P = 100 - \%EP$$

1.7d Sensibilidad

Matemáticamente la sensibilidad se determina como:

$$S = \frac{\textit{Valor promedio leído}}{\textit{Valor patrón}}$$

Cuando existen varios valores patrón y sus correspondientes lecturas, la sensibilidad se determina por medio de la pendiente de la curva obtenida.

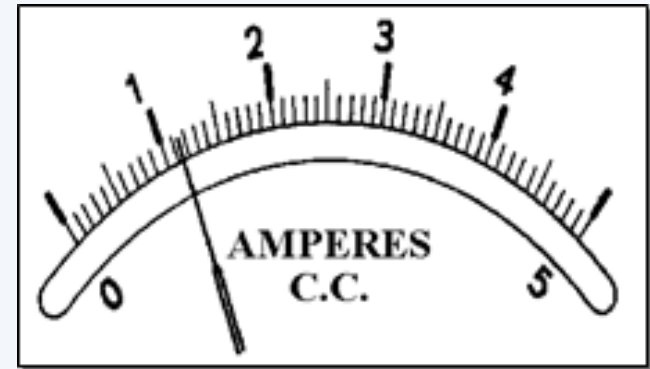
$$m = S = \frac{\Delta V_L}{\Delta V_p}$$

Ejemplo

Con un amperímetro, se tomaron 5 lecturas de un cierto valor patrón, como se indica en la tabla, con base en ello determinar la sensibilidad del instrumento.

V_p [A]	4,5	4.5	4.5	4.5	4.5
$V_{\text{Leído}}$ [A]	4.4	4.3	4.4	4.6	4.4

$$S = \frac{4.42}{4.5} = 0.982 \left[\frac{A}{A} \right]$$



1.7e Proceso de calibración

La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar). En este proceso hay que verificar si el instrumento de medición da lecturas cercanas al valor patrón y si no es así identificar las causas y tratar de corregirlas. Un factor que frecuentemente influye es el ajuste a cero de los instrumentos de medición.

1.8 Manejo de datos experimentales e incertidumbre de una medición.

Toda medida realizada en el laboratorio tiene cierto grado de imprecisión. Por tanto, es necesario realizar varias lecturas de la misma cantidad de referencia o patrón con objeto minimizar el error aleatorio verificando si las lecturas son semejantes o no. El resultado se debe expresar con un número limitado de cifras, siempre seguidas de la unidad adecuada, y se debe indicar el error experimental o incertidumbre asociado a la medida. Las herramientas de la estadística como la media, la desviación estándar y el error estándar de la media nos proporcionan los medios para definir en qué grado se puede creer en las mediciones efectuadas.

La incertidumbre

La incertidumbre es un parámetro asociado a un conjunto de mediciones que caracteriza la dispersión de los valores y se puede interpretar como el rango en donde se encuentra el posible error aleatorio o error experimental.

La incertidumbre se cuantifica por: $\Delta m = \pm \frac{S_n}{\sqrt{n}}$

Donde S_n es la desviación estándar de la variable $S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{m}_L - m_i)^2}$

Ejemplo

En la tabla se muestran las lecturas obtenidas de la medición de un voltaje, el valor más representativo de las lecturas es:

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad \bar{V} = \frac{(9+9.3+9.2+8.9+9.0+9.1)}{6} = 9.083[V]$$

La incertidumbre se puede interpretar como el rango en donde se encuentra el posible error aleatorio y se determina por medio del parámetro estadístico desviación estándar (S_x).

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos y se cuantifica por:

$$S_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{V}_L - V_i)^2}{(n-1)}}$$

Lectura	Voltaje [V]
1	9.0
2	9.3
3	9.2
4	8.9
5	9.0
6	9.1

Para los datos del ejemplo

$$S_v = \sqrt{\frac{[(9.083 - 9.0)^2 + (9.083 - 9.3)^2 + (9.083 - 9.2)^2 + (9.083 - 8.9)^2 + (9.083 - 9.0)^2 + (9.083 - 9.1)^2]}{(6-1)}}$$

$$S_v = \sqrt{\frac{0.10833}{5}} = \sqrt{0.021666} = 0.14772$$

La incertidumbre o error experimental:

$$\Delta V = \frac{S_v}{\sqrt{n}} \quad \Delta V = \frac{0.14772}{\sqrt{6}} = 0.060[V]$$

Por lo tanto, el valor más representativo del conjunto de datos y su incertidumbre es:

$$V = (9.083 \pm 0.060)[V]$$

$$V = 9.083[V] \pm 0.66\%$$

Revisado por

M. del Carmen Maldonado Susano

[página web](#)

4 de septiembre de 2018

Referencias

- Apuntes de Física Experimental
Gabriel Jaramillo Morales
FI-UNAM
- Física Universitaria
Sears-Zemansky
Editorial: Addison-Wesley
- Física para ciencias e ingeniería
Serway-Beichner
Editorial: Mc Graw Hill
- Presentaciones en Power Point de:
M.A. M. del Carmen Maldonado Susano.
- Presentaciones en Power Point de:
M. C. Q. Alfredo Velásquez Márquez
- Física 1. 4ª Edición
Resnick, Halliday y Krane
Editorial: Compañía editorial continental