

Magnitudes físicas y su medición

Para comprender y estudiar la naturaleza que le rodeaba, el hombre utilizó sus sentidos: el tacto, la vista, el gusto, etc., pero como éstos son limitados (por ejemplo no percibían el mundo microscópico) o distorsionaban o deformaban la realidad, como los espejismos, la sensación de caliente y frío, etc., tuvo que inventar aparatos para ampliar sus sentidos; así desarrolló instrumentos de medición, los cuales le ayudaron a percibir con mayor confiabilidad y claridad el mundo material que le rodeaba.

Con el paso de los años, la humanidad comprendió que para entender la naturaleza y explicarla, así como los fenómenos que en ella sucedían, eran necesarias la observación y la experimentación.

A través de la observación, le fue posible apreciar con detalle los fenómenos de la naturaleza como los huracanes, el movimiento del viento, las erupciones volcánicas, las constelaciones y galaxias, la temperatura de los polos, el deshielo de los glaciares, etc.

Junto con la observación, la experimentación ha sido un elemento clave que ha permitido replicar bajo condiciones controladas, los fenómenos de interés contribuyen no sólo al avance de la ciencia en general sino que aportan importantes explicaciones que permiten entender el comportamiento de nuestro planeta y del universo entero.

Sabías que...

En la antigüedad, para medir utilizaban las partes del cuerpo humano como la mano, el codo, los brazos, el palmo o la cuarta y hasta el pie, debido a que las unidades de medición no estaban totalmente prescritas para aquella época. En países de habla inglesa se tomaban estas medidas con base en el cuerpo del rey vigente. En nuestra época, en Estados Unidos se utilizan la pulgada y el pie como unidades de medición.

Así pues, llamaremos **magnitudes físicas** a las propiedades físicas observables que se pueden medir, por ejemplo, la longitud de una tabla, la superficie de un estadio, el volumen de una vasija. Si una propiedad no se puede medir, no es una magnitud, por ejemplo, la cantidad de sed. Si la observación de un fenómeno no da lugar a una información cuantitativa, dicha información será incompleta.

Medir: es comparar una magnitud con otra de la misma especie, que de manera arbitraria o convencional se toma como base, unidad o patrón de medida.

Ejemplo de patrones de medida:

Segundo (Medir tiempo).

Metro (Medir longitud).

Amperio (Medir corriente o intensidad de corriente).

Mol (Medir cantidad de sustancia).

Kilogramo (Medir cantidad de masa).

Kelvin (Medir la temperatura).

Candela (Medir la cantidad luminosa).

Al medir siempre intervienen tres aspectos:

- Lo que se mide.
- El aparato o instrumento de medición.
- Las unidades de medida del sistema establecido.

Las mediciones pueden hacerse de forma directa o indirecta. Lo hacemos de manera directa cuando medimos la altura de una persona con una cinta métrica, cuando tomamos el tiempo que alguien dura sumergido debajo del agua o al llenar una taza o una cuchara de un ingrediente al momento de seguir una receta. Medimos de manera indirecta cuando tomamos la temperatura de una persona con fiebre, cuando calculamos la velocidad de un vehículo o la distancia entre la tierra y la luna, etc.

Las civilizaciones antiguas tenían cada una su propia forma de medir las cosas. Los egipcios usaban la brazada o braza, cuya longitud equivalía a las dimensiones de un hombre con los brazos abiertos.

También se utilizaban otras medidas del cuerpo humano como el pie, el codo (distancia desde el codo hasta la punta de los dedos), el palmo (la longitud de cuatro dedos juntos), la pulgada (la longitud del dedo pulgar).

Anteriormente, las unidades de medida variaban de un país a otro, no existía un sistema unificado y esto limita a la relación entre los países y el desarrollo global de las ciencias.

Por tal motivo, en 1795 se llevó a cabo la Convención Mundial de las Ciencias en París, Francia, y se estableció un sistema universal de medidas, llamado sistema métrico decimal.

En 1875 se realizó en París la Convención del Metro, teniendo como resultado el compromiso de 18 naciones para adoptar el uso del sistema métrico decimal, excepto Inglaterra, que no acudió a esta reunión y se negó a emplear estas unidades.

El sistema métrico decimal se adoptó internacionalmente en la Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM) de 1889 y dio como resultado el Sistema Internacional de Medidas, en 1960 se sustituyó por otro más preciso, el Sistema Internacional de Unidades (SI), que se utiliza actualmente en 95% de la población mundial.

Sistemas de unidades

Un **Sistema de Unidades** es un conjunto de unidades de medida, en el que unas pocas se eligen como fundamentales y las demás se derivan a partir de las fundamentales.

Las **MAGNITUDES FUNDAMENTALES** son las que sirven de base a los sistemas de medida y no se definen con base en otras.

Magnitud: es todo aquello que puede ser medido, como el tiempo, la longitud, la masa, el área, el volumen, la densidad, la fuerza, etc. y se representa con un número y una unidad.

Magnitudes fundamentales: son aquellas que se definen con un número y una unidad y sirven de base para obtener las demás magnitudes utilizadas en la física.

Por ejemplo, la longitud (m), la masa (kg), el tiempo (s).

Las MAGNITUDES DERIVADAS se obtienen cuando multiplicamos o dividimos las fundamentales.

Ejemplo: velocidad (m/s), aceleración (m/s²), fuerza (kgm/s²), potencia (kgm²/s³), etc.

Al patrón de medir le llamamos también Unidad de Medida. Debe cumplir estas condiciones:

1. Ser inalterable, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.
2. Ser universal, es decir utilizada por todos los países.
3. Ha de ser fácilmente reproducible.

Las unidades básicas fundamentales del sistema métrico decimal son:

- De longitud, el metro (m).
- De masa, el kilogramo (kg).
- De tiempo, el segundo (s).

De ahí que también se le denomina como sistema de unidades MKS por metro, kilogramo y segundo.

Por sus claras ventajas, el Sistema Internacional es el más aceptado en el mundo, aunque en Estados Unidos y algunos países de habla inglesa todavía siguen utilizando el sistema inglés, cuyas unidades se han redefinido en función a las unidades del sistema Internacional.

La desventaja más notoria del sistema inglés es que no existe una relación sencilla entre sus unidades.

Existen otros sistemas de unidades y unidades que no están en ningún sistema. Nosotros usaremos preferentemente el Sistema Internacional y ocasionalmente el Sistema Inglés.

Sistema internacional de unidades (S.I.)

El Sistema Internacional de Unidades se adoptó en el año 1960 buscando en él un sistema universal, unificado y coherente.

Las siete unidades fundamentales del SI se presentan en la siguiente tabla con el símbolo correspondiente:

| Magnitud fundamental | Unidad patrón | Símbolo |
|-----------------------|---------------|---------|
| Longitud | Metro | m |
| Masa | Kilogramo | kg |
| Tiempo | Segundo | s |
| Corriente eléctrica | Ampere | A |
| Temperatura | Kelvin | K |
| Cantidad de sustancia | Mol | mol |
| Intensidad luminosa | Candela | cd |

Ejemplos de Magnitudes Derivadas del S.I.

| Magnitud | Unidad | |
|---------------------|--|--------------------------------------|
| | Nombre | Símbolo utilizando |
| Superficie | metro cuadrado | m ² |
| Volumen | metro cúbico | m ³ |
| Velocidad | metro por segundo | m/s |
| Aceleración | metro por segundo cuadrado | m/s ² |
| Número de ondas | metro a la potencia menos uno | m ⁻¹ |
| Densidad de la masa | kilogramo por metro cúbico | kg/m ³ |
| Caudal volumétrico | metro cúbico por segundo | m ³ /s |
| Caudal másico | kilogramo por segundo | kg/s |
| Energía | Joule (kilogramo-metro cuadrado por segundo cuadrado) | J= kg*m ² /s ² |
| Presión | Pascal (kilogramo por metro- segundo cuadrado) | Pa=kg/m s ² |
| Potencial eléctrico | Volt (kilogramo-metro cuadrado por coulomb-segundo cuadrado) | V=kg m ² /Cs ² |

A continuación, se enlista la definición de cada una de las siete magnitudes fundamentales, según Gutiérrez

Metro
(m)

El prototipo era una barra de platino y se definió como la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un intervalo de 1/299'792,458 de segundo.

Kilogramo
(kg)

Se definió a partir de la masa de un cilindro fabricado con una aleación de platino-iridio que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en Sèvres, Francia.

Segundo
(s)

Es el tiempo que requiere un átomo de cesio 133 para realizar 9,192,631,770 vibraciones, que corresponden a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental.

| | |
|----------------------|---|
| Amperio o ampere (A) | Intensidad de una corriente constante que, mantenida entre dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita y de sección circular despreciable, separados por una distancia de un metro y situados en el vacío, produce entre dichos conductores una fuerza de 2×10^{-7} newtons por cada metro de longitud. |
| Kelvin (K) | Se definió como la fracción $1/273.16$ de la temperatura triple del agua. El punto triple del agua, corresponde a la temperatura y presión únicas en las que el agua, el vapor de agua y el hielo pueden coexistir en equilibrio. |
| Mol (mol) | Cantidad de sustancia de un sistema que contiene un número de entidades elementales equivalente a la cantidad de átomos que hay en 0.012 kg de carbono 12. |
| Candela (cd) | Intensidad luminosa en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hertz |

En 1881, en el Congreso Internacional de los Electricistas, realizado en París, Francia, y a propuesta del científico alemán Karl Friedrich Gauss, se adoptó un sistema llamado absoluto: el sistema cegesimal, donde las magnitudes fundamentales y sus unidades de medida son:

- De longitud, el centímetro (cm).
- De masa, el gramo (g).
- De tiempo, el segundo (s).

De las siglas de centímetro, gramo y segundo se derivó su nombre como Sistema CGS y fue utilizado para expresar cantidades pequeñas. En la actualidad el sistema de medición que utilizamos es el SI.

En la siguiente tabla se encuentran algunas de las magnitudes fundamentales y derivadas de uso más frecuente, así como su equivalencia en el sistema CGS y el sistema inglés.

| Magnitud | Sistema Internacional SI | Sistema Cegesimal CGS | Sistema Inglés |
|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Longitud | metro (m) | centímetro (cm) | pie (foot - ft) |
| Masa | kilogramo (kg) | gramo (g) | libra (lb) |
| Tiempo | segundo (s) | segundo (s) | segundo (s) |
| Área o superficie | m^2 | cm^2 | ft^2 |
| Volumen | m^3 | cm^3 | ft^3 |
| Velocidad | m/s | cm/s | ft/s |
| Aceleración | m/s^2 | cm/s^2 | ft/s^2 |
| Fuerza | $kg\ m/s^2 = N$ (Newton) | $g\ cm/s^2 = D$ (Dina) | $lb\ ft/s^2 =$ poundal |
| Trabajo y energía | $Nm = J$ (Joule) | $D\ cm = erg$ | poundal pie |
| Presión | $N/m^2 = Pa$ (Pascal) | $D/cm^2 = Ba$ (Baria) | poundal/pie ² |
| Potencia | $J/s = W$ (watt) | erg/s | poundal pie/s |

Prefijos del SI

Además de las unidades básicas del SI (metro, kilogramo y segundo), también se pueden utilizar otras unidades como kilómetro, milímetro, nanosegundo, etc., donde los prefijos kilo, mili y nano denotan múltiplos o submúltiplos de la unidad patrón en potencias de 10.

| Valor | Número | Prefijo | Símbolo | Se lee... |
|------------|-------------------|----------------------|--|-----------------|
| 10^{12} | 1'000,000'000,000 | Tera | T | Un billón |
| 10^9 | 1,000'000,000 | Giga | G | Mil millones |
| 10^6 | 1'000,000 | Mega | M | Un millón |
| 10^3 | 1,000 | kilo | k | Mil |
| 10^2 | 100 | hecto | h | Cien |
| 10^1 | 10 | deca | da | Diez |
| 10^0 | 1 | Unidad básica | metro (m) gramo (g) segundo (s) | Uno |
| 10^{-1} | 0.1 | deci | d | Décima |
| 10^{-2} | 0.01 | centi | c | Centésima |
| 10^{-3} | 0.001 | mili | m | Milésima |
| 10^{-6} | 0.000001 | micro | μ | Millonésima |
| 10^{-9} | 0.000000001 | nano | n | Mil millonésima |
| 10^{-12} | 0.000000000001 | pico | p | Billonésima |

Conversión de unidades

Cuando se resuelven problemas de Física, a menudo las magnitudes de las cantidades están expresadas en diferentes unidades físicas. Por ejemplo, si en un problema la longitud de un objeto está expresada en metros y la queremos sumar con otra enunciada en kilómetros, para efectuar la operación es necesario que ambas cantidades estén expresadas en la misma unidad de medida, ya sea en metros o kilómetros.

| | Volumen | | | |
|---------------------------|------------------------|--------|---------|-------------------------|
| | Gal | in^3 | Litro | m^3 |
| Galón (gal) | 1 | 231 | 3.7854 | 3.7854×10^{-3} |
| Pulgada cubica (in^3) | 4.329×10^{-3} | 1 | 0.01639 | 1.639×10^{-5} |
| Litro (L) | 0.2642 | 61.013 | 1 | 1×10^{-3} |
| Metro cubico (m^3) | 2.642×10^{-4} | 61013 | 1000 | 1 |

El método que utilizaremos para convertir unidades consiste en utilizar factores de conversión y aplicar el principio de cancelación (de unidades).

En matemáticas, a este proceso se le conoce como conversión de unidades. Para resolver este tipo de problemas se aplica el método del factor unitario, el cual se explica con los siguientes ejemplos:

El sistema inglés

El sistema inglés, o también llamado sistema FPS (foot, pound, second – pie, libra, segundo), considera el peso como una cantidad física fundamental y la masa como una cantidad física derivada (Cuéllar, 2013). Este sistema se utiliza actualmente en Estados Unidos por lo que es muy común que la gente que emigra o viaja a Estados Unidos “sufra” un poco con el manejo de unidades, por lo que es conveniente utilizar factores de conversión al Sistema Internacional.

| Magnitud fundamental | Unidad de medida en el sistema inglés | Unidad de medida en el SI | Unidad de medida en el CGS |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Longitud | Pulgada (inche – in) | 0.0254 m | 2.54 cm |
| | Pie (foot – ft) | 0.3048 m | 30.48 cm |
| | Yarda (yard – yd) | 0.9144 m | 91.44 cm |
| | Milla (mile – mi) | 1,609 m | |
| Masa | Libra (lb) | 0.454 kg | 454 g |
| | Onza (oz) | 0.02835 kg | 28.35 g |
| Tiempo | Galón (gal) | 3.785 l | 3785 ml |
| | Onza líquida (fl oz) | 0.0296 l | 29.6 ml |