

## **MAGNITUDES**

1. Magnitudes y unidades
2. Magnitudes fundamentales
  - a. Longitud, masa y tiempo
  - b. Sistemas de unidades
  - c. Múltiplos y submúltiplos
3. Magnitudes derivadas y otras magnitudes
  - a. Superficie y volumen
  - b. Velocidad y aceleración
  - c. Fuerza
  - d. Trabajo mecánico, energía y potencia
4. Cambio de unidades
5. Ejercicios

# 1. MAGNITUDES Y UNIDADES

En Ciencia y Tecnología se trabaja con valores observables que se pueden medir para poder explicar los fenómenos de la Naturaleza. A estos valores que se pueden medir, se les llama **magnitudes** y a los elementos de referencia que sirven para cuantificarlos se les denomina **unidades**.

Una magnitud es toda propiedad que podemos caracterizar por un número, por ejemplo la energía, la longitud (magnitudes escalares) o por un vector, por ejemplo la fuerza, la velocidad (magnitudes vectoriales). Para medir una magnitud se puede ver el número de veces que contiene a otra magnitud arbitraria que llamamos unidad.

Existen unidades que nos sirven de referencia, siendo un sistema de unidades el conjunto de unidades empleado para medir las distintas magnitudes. El sistema de unidades más utilizado en la actualidad es el MKSC o Sistema Internacional. Otros sistemas de unidades utilizados son el CGS y el británico.

## 2. MAGNITUDES FUNDAMENTALES

### a) Longitud, masa y tiempo

---

Las magnitudes fundamentales y de las que derivan todas las demás son la longitud, la masa y el tiempo.

**Longitud:** es la distancia existente en línea recta entre dos puntos. Su unidad en el Sistema Internacional (S.I.) es el metro (m).

Inicialmente esta unidad de longitud fue creada por la Academia de las Ciencias francesa en 1791 y definida como la diezmillonésima parte de la distancia que separa el polo de la línea del ecuador terrestre. Para hacer práctico su uso se creó un metro patrón con una barra de aleación de platino e iridio que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París, en Sèvres.

Más tarde, en 1960, se definió en función de la longitud de onda de una línea espectral de la transición entre los niveles  $2p_{10}$  y  $5d_5$  de un isótopo del kriptón 86. Con posterioridad se detectaron ciertos errores en el perfil de la línea espectral del kriptón que llevaron a

definirlo de otra manera. Hoy en día, desde 1983, se define como la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante  $1/299\,792\,458$  segundos.

Otras unidades: en el sistema técnico inglés se usa todavía la **pulgada (in o ")**, el **pie (ft o ')**, la **yarda (yd)** y la **milla (mi)**

| UNIDAD    | EQUIVALENCIA | VALORES EN EL S.I.  |
|-----------|--------------|---------------------|
| 1 in (1") |              | 2'54 cm = 0'0254 m  |
| 1 ft (1') | 12 in        | 30'48 cm = 0,3048 m |
| 1 yd      | 3 ft         | 91'44 cm = 0'9144 m |
| 1 mi      | 1760 yd      | 1609'3 m            |

**Masa:** es la cantidad de materia que posee un cuerpo. Su unidad en el S.I. es el **kilogramo (kg)**.

La primera definición de kilogramo, decidida por la Revolución francesa, especificaba que era la masa de un decímetro cúbico (un litro) de agua destilada a una atmósfera de presión y  $3,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una temperatura singular dado que es la temperatura a la cual el agua tiene la mayor densidad a presión atmosférica normal. Al igual que con el metro, se construyó un kilogramo patrón que se conserva en la misma Oficina de Pesos y Medidas de Francia.

Otras unidades: en el sistema técnico inglés, son la **libra (lb)** y su submúltiplo, **la onza (oz)**.

$1\text{ lb} = 16\text{ oz} = 453,592\text{ g} = 0,453592\text{ kg}$

$1\text{ oz} = 28,349\text{ g} = 0,028349\text{ kg}$

**Tiempo:** es un concepto intuitivo y difícil de definir. Se puede definir como la magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos sujetos a cambio. Su unidad en el S.I. es el **segundo (s)**.

Se toma el segundo como el resultado de dividir el día solar medio en 24 horas, cada hora en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos. Por tanto, en un día hay 86400 s.

Para una definición más precisa, utilizada por los relojes atómicos,

Un segundo es la duración de  $9\,192\,631\,770$  oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio ( $^{133}\text{Cs}$ ), a una temperatura de 0 K.

Otras unidades: los múltiplos del segundo como el día (d), hora (h), minuto (min) entre otros.

## b) Sistemas de unidades

Como ya hemos dicho, hoy en día, se utilizan principalmente tres: el **MKS** o Sistema Internacional, el **CGS** y el **Sistema Técnico Inglés**. Los dos primeros reciben su nombre de las iniciales de las unidades que toman para las magnitudes fundamentales.

| MAGNITUD | MKS            | CGS             | TÉCNICO INGLÉS |
|----------|----------------|-----------------|----------------|
| Longitud | Metro (m)      | Centímetro (cm) | Pie (ft)       |
| Masa     | Kilogramo (Kg) | Gramo (gr)      | Libra (lb)     |
| Tiempo   | Segundo (s)    | Segundo (s)     | Segundo (s)    |

## c) Múltiplos y submúltiplos

Excepto en el Sistema Técnico Inglés y también para el tiempo, los múltiplos y submúltiplos de las unidades son potencias de 10 de las mismas. P. ej. , un gramo es  $10^{-3}$  kg, un decámetro son 10 m, etc. Estos múltiplos y submúltiplos son designados por unos prefijos que se añaden al nombre de la unidad. En la siguiente tabla se encuentran los valores de cada prefijo:

| PREFIJO (ABREV.) | MÚLTIPLO  | SÍMBOLO | PREFIJO (ABREV.) | SUBMÚLTIPLO | SÍMBOLO |
|------------------|-----------|---------|------------------|-------------|---------|
| yotta            | $10^{24}$ | Y       | yocto            | $10^{-24}$  | y       |
| zetta            | $10^{21}$ | Z       | zepto            | $10^{-21}$  | z       |
| exa              | $10^{18}$ | E       | atto             | $10^{-18}$  | a       |
| peta             | $10^{15}$ | P       | femto            | $10^{-15}$  | f       |
| tera             | $10^{12}$ | T       | pico             | $10^{-12}$  | p       |
| giga             | $10^9$    | G       | nano             | $10^{-9}$   | n       |
| mega             | $10^6$    | M       | micro            | $10^{-6}$   | $\mu$   |
| kilo             | $10^3$    | K       | mili             | $10^{-3}$   | m       |
| hecto            | $10^2$    | H       | centi            | $10^{-2}$   | c       |
| deca             | $10^1$    | D       | deci             | $10^{-1}$   | d       |

# 3.MAGNITUDES DERIVADAS Y OTRAS MAGNITUDES

## a) Superficie y volumen

---

Euclides en su libro “Los elementos” dice que: Una superficie es aquello que sólo tiene longitud y anchura mientras que el volumen es el espacio ocupado por un cuerpo. Tanto la superficie como el volumen se miden con unidades cuadradas (m<sup>2</sup>)y cúbicas (m<sup>3</sup>)

## b) Velocidad y aceleración

---

Se define la velocidad media de un móvil como el cociente entre la distancia total recorrida y el tiempo invertido en dicho desplazamiento. De forma matemática:

$$\text{Velocidad media} = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Tiempo empleado}}$$

Si nos movemos a lo largo del eje x de coordenadas entre los puntos 1 y 2:

$$v_m = \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Esta velocidad es un valor promedio a lo largo de un recorrido, lo que quiere decir que pudo haber momentos en que el móvil se moviera a mayor velocidad y otros en que fuera más lento. A la velocidad del móvil en un instante de tiempo dado se le llama velocidad instantánea. La unidad en el S.I. es el **metro por segundo (m/s)**. Otra unidad de uso corriente es el **kilómetro por hora (km/h)**.

Cuando la velocidad instantánea de un móvil varía con el tiempo se dice que éste está acelerando. Se define la aceleración media de un móvil como el cociente entre el incremento de su velocidad instantánea y el intervalo de tiempo en que se produce esta variación. De forma matemática:

$$\text{Aceleración media} = \frac{\text{Variación de velocidad}}{\text{Tiempo empleado}}$$

Si medimos la variación de velocidad entre los puntos 1 y 2 tenemos:

$$a_m = \bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

En el caso de que la aceleración resulte negativa, se dice que el móvil está frenando o decelerando. De la misma forma que la velocidad, la aceleración media es sólo un promedio de los valores de la aceleración en cada instante del recorrido. A la aceleración del móvil en cada instante de tiempo se le llama aceleración instantánea.

La unidad de aceleración en el S.I. es el **metro por segundo cuadrado (m/s<sup>2</sup>)**

## c) Fuerza

---

La mecánica clásica, en vigor hasta finales del siglo XIX y válida todavía para objetos con velocidades mucho menores que la de la luz, se basa en tres leyes publicadas a finales del siglo XVII por Sir Isaac Newton, conocidas como las Leyes de Newton del movimiento:

**1ª Ley (Principio de inercia):** Todo cuerpo tiende a permanecer en su estado de reposo o de velocidad uniforme a no ser que se ejerza una fuerza sobre él.

**2ª Ley (Ecuación del movimiento):** La aceleración de un cuerpo es inversamente proporcional a su masa y directamente proporcional a la suma de fuerzas externas que actúan sobre él.

$$F_{\text{net}} = m \cdot a$$

**3ª Ley (Principio de acción y reacción):** Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, el cuerpo B ejercerá una fuerza igual pero de sentido contrario sobre el cuerpo A.

De la 2ª ley se deduce que fuerza es todo aquello capaz de producir una aceleración en el movimiento de un cuerpo. Por ejemplo, el campo gravitatorio de la Tierra o gravedad produce una aceleración  $g$  sobre los cuerpos haciéndolos caer hacia el centro de la Tierra. El valor medio de esta aceleración a nivel del mar es de  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . La fuerza gravitatoria o peso  $P$  se puede expresar entonces como

$$P = m \cdot g$$

La unidad de fuerza en el S.I. es el **newton (N)**, definido como la fuerza necesaria para producir una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$  en un cuerpo de  $1 \text{ kg}$  de masa:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Otras unidades son:

**La dina (  $1 \text{ dina} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm/s}^2$  )** en el sistema CGS

**El kilopondio (kp)** en el sistema técnico inglés. El kilopondio o kilogramo – fuerza se usa todavía en algunas profesiones técnicas ( $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$ )

## d) Trabajo mecánico. Energía y potencia

---

Cuando un objeto se mueve bajo la acción de una fuerza, se dice que esta fuerza está realizando un trabajo sobre dicho objeto. En caso de que la fuerza aplicada sea constante, se define el trabajo mecánico,  $W$ , realizado por dicha fuerza como

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$$

donde  $\Delta x$  es el desplazamiento del objeto sobre el eje  $x$  y  $\alpha$  es el ángulo que forman la fuerza y la dirección de desplazamiento.

Su unidad en el S.I. es el **julio (J)**, definido como el trabajo realizado por una fuerza de  $1 \text{ N}$  al desplazar un objeto a  $1 \text{ m}$  de distancia:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Otra unidad de uso diario es la **caloría (cal)** que equivale a **4,18 J**. En el sistema CGS, la unidad es el **ergio (1 ergio =  $1 \text{ dina} \cdot \text{cm}$ )**

Se llama potencia,  $P$ , desarrollada por una fuerza al trabajo realizado por dicha fuerza por unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t}$$

Si consideramos a la fuerza y al desplazamiento en la misma dirección ( $\alpha = 0$ ), se puede demostrar que:

$$P = F \cdot v$$

donde  $v$  es la velocidad del objeto al que se aplica la fuerza.

La unidad en el S.I. es el **watio (W)** donde  **$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$** .

Otras unidades son el **caballo de vapor (CV)** que equivale a 736 W y el **horse-power inglés (HP)** que equivale a 746 W.

A partir de la definición de watio, se puede tener otra unidad de energía llamada **kilowatio-hora (kw·h)** que se utiliza en instalaciones eléctricas (**1 kw·h = 3,6 MJ**).

Otra unidad de energía no perteneciente al SI de unidades, pero que se acepta su uso, es el **electronvoltio (eV)**, que representa la energía cinética que adquiere un electrón cuando es acelerado por una diferencia de potencial de 1 voltio. (**1eV = 1,602176462<sup>-19</sup> J**), se obtiene al multiplicar la carga del electrón por la unidad de potencial eléctrico)

También podemos encontrar el **kilopondímetro (kpm)** como unidad de trabajo, definiéndose como el trabajo que realiza una fuerza de 1 kp durante un desplazamiento de un metro (**1 kpm = 9,8 J**)

## 4. CAMBIO DE UNIDADES

| TABLA DE MAGNITUDES Y UNIDADES          |             |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MAGNITUD                                | SÍMBOLO     | UNIDAD (S.I.)                  | OTRAS UNIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Longitud                                | L           | metro (m)                      | 1 pulgada (inch o ") = $2'54 \cdot 10^{-2}$ m<br>1 pie = 0'3 m<br>1 yarda = 0'9144 m<br>1 milla terrestre = 1609'3 m<br>1 milla marina = 1852 m                                                                                                                                        |
| Masa                                    | m           | kilogramo (kg)                 | 1 libra (Lb) = 0'454 kg<br>1 onza (oz) = 0'0284 kg                                                                                                                                                                                                                                     |
| Tiempo                                  | t           | segundo (s)                    | 1 hora = 60 s                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Fuerza                                  | F           | newton (N)                     | 1 kilopondio = 9'81 N<br>1 dina = $10^{-5}$ N<br>1 libra fuerza (lbf) = 4'45 N                                                                                                                                                                                                         |
| Trabajo<br>Energía<br>Cantidad de calor | W<br>E<br>Q | julio (J)                      | 1 kilovatio hora (KWh) = $3'6 \cdot 10^6$ J<br>1 caloría (cal) = 4'18 J<br>1 ergio = $10^{-7}$ J<br>1 tonelada equivalente de carbón (tec) = $2'93 \cdot 10^{10}$ J<br>1 tonelada equivalente de petróleo (tep) = $4'18 \cdot 10^{10}$ J<br>1 unidad térmica británica (BTU) = 1'055 J |
| Potencia                                | P           | watio (W)                      | 1 caballo de vapor (CV) = 735'5 W<br>1 caballo de vapor inglés (HP) = 746 W                                                                                                                                                                                                            |
| Volumen                                 | V           | metro cúbico (m <sup>3</sup> ) | 1 litro (l) = $10^{-3}$ m <sup>3</sup> ; 1 m <sup>3</sup> = 1000 l<br>1 litro (l) = 1 dm <sup>3</sup><br>1 litro (l) = 1000 cm <sup>3</sup>                                                                                                                                            |



# 5. EJERCICIOS

1. Indica la magnitud de las siguientes unidades: metro (m), Newton (N), kilogramo (kg), m/s<sup>2</sup>, kilovatio por hora (kw·h), segundo (s), metro cúbico (m<sup>3</sup>)

2. Pasa las siguientes unidades de longitud, superficie y volumen:

|                                       |                                                    |                                        |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 3 m a cm                              | 10 m <sup>2</sup> a cm <sup>2</sup>                | 1000 cm <sup>3</sup> a dm <sup>3</sup> |
| 0'3 Km a m                            | 1000Hm <sup>2</sup> a Km <sup>2</sup>              | 1 l a m <sup>3</sup>                   |
| 3 mm a dm                             | 0'5 cm <sup>2</sup> a m <sup>2</sup>               | 1 ml a l                               |
| 10 <sup>-2</sup> m a mm               | 100 mm <sup>2</sup> a dm <sup>2</sup>              | 10 Hl a l                              |
| 100 Hm a Km                           | 105 m <sup>2</sup> a Dm <sup>2</sup>               | 0'5 Hm <sup>3</sup> a m <sup>3</sup>   |
| 12 Dm a m                             | 5 cm <sup>2</sup> a m <sup>2</sup>                 | 1300 cm <sup>3</sup> a l               |
| 3'6 · 10 <sup>-3</sup> m a Dm         | 2'5 m <sup>2</sup> a mm <sup>2</sup>               | 1800 cm <sup>3</sup> a l               |
| 2'5 dm <sup>2</sup> a Dm <sup>2</sup> | 10 <sup>-3</sup> Km <sup>2</sup> a cm <sup>2</sup> | 1650 mm a m                            |

3. Pasa las siguientes unidades de velocidad y aceleración:

|                                          |                                          |                                           |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2 m/s a cm/s                             | 3 m/s a Km/h                             | 10000mm/s a Km/h                          |
| 0'5 m/s a cm/h                           | 120 Km/h a cm/s                          | 110 Km/h a m/s                            |
| 180 Km/h a m/s                           | 60 Km/h a m/s                            | 10 m/s <sup>2</sup> a Km/h <sup>2</sup>   |
| 100 cm/s <sup>2</sup> a m/s <sup>2</sup> | 9'8 m/s <sup>2</sup> a cm/s <sup>2</sup> | 300 cm/s <sup>2</sup> a Km/h <sup>2</sup> |
| 20 Km/h <sup>2</sup> a m/s <sup>2</sup>  | 20 Km/h <sup>2</sup> a cm/s <sup>2</sup> | 980 mm/s <sup>2</sup> a m/s <sup>2</sup>  |

4. Pasa las siguientes unidades de magnitudes físicas:

|                            |                 |              |               |
|----------------------------|-----------------|--------------|---------------|
| 900 N a Kp                 | 150 J a cal     | 200 W a C.V. | 20 Kp a N     |
| 20 Kp a N                  | 2000 cal a J    | 85 C.V. a W  | 1000 din a N  |
| 10 Kcal a J                | 6'5 KW a C.V.   | 10 Kp a din  | 60'3 KJ a cal |
| 110 C.V. a KW              | 500000 din a Kp | 1000 erg a J | 5 J a erg     |
| 30 Kpm a J                 | 2000 J a Kpm    | 2 KJ a Kpm   | 500 din a Kp  |
| 3'5 Kcal a Kpm             | 3'5 Kcal a erg  | 60 J a Kcal  | 9'8 Kp a din  |
| 10 <sup>-3</sup> Kpm a erg | 9'8 J a Kpm     | 4 Kcal a Kpm | 8'5 cal a erg |
| 450 J a eV                 | 10KWh a J       | 3850 cal a J | 20 C.V. a W   |