



## UNIDAD 5: ESCALAS Y UNIDADES DE MEDIDA

- Concepto, cálculo y sistema internacional de unidades de medida: superficie, volumen, fuerza, presión, trabajo, energía, potencia.
- Calor y temperatura.
- Aparatos de medida



**1. - CONCEPTO, CÁLCULO Y SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES DE MEDIDA.**

- 1.1. - SUPERFICIE**
- 1.2. - VOLUMEN**
- 1.3. - FUERZA**
- 1.4. - PRESIÓN**
- 1.5. - TRABAJO**
- 1.6. - ENERGÍA**
- 1.7. - POTENCIA**

**2. - CALOR Y TEMPERATURA.**

**3. - APARATOS DE MEDIDA.**

- 3.1. - LONGITUD**
- 3.2. - TIEMPO**
- 3.3. - MASA**
- 3.4. - INTENSIDAD DE CORRIENTE ELECTERICA**
- 3.5. - TEMPERATURA**
- 3.6. - CANTIDAD DE SUSTANCIA**
- 3.7. - INTENSIDAD LUMINOS**
- 3.8. - SUPERFICIE**
- 3.9. - VOLUMEN**
- 3.10. - FUERZA**
- 3.11. - POTENCIA**
- 3.12. - PRESIÓN**

**4.- BIBLIOGRAFÍA.**

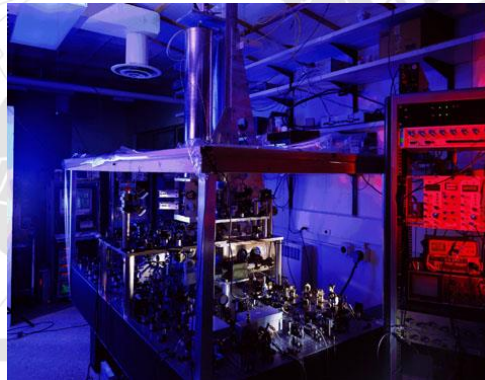
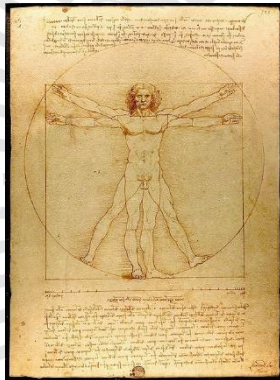


## 1. - CONCEPTO, CÁLCULO Y SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES DE MEDIDA.

### Concepto.

Toda **magnitud física**, **propiedad física** o química de los cuerpos que **puede medirse**, debe llevar asociadas sus **unidades**. Es fundamental para el método científico que las **medidas**, que son la **comparación** entre una cantidad de una magnitud determinada con otra de la misma magnitud que se toma como unidad, sean reproducibles y, para que esto sea posible, las magnitudes, con sus unidades, han de ser expresadas de una manera concisa y no ambigua.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha empleado sistemas de medida para cuantificar. Muchos de estos sistemas de medidas estaban basados en partes del cuerpo o en objetos cotidianos (una vara, un pie, etc.). El problema de este tipo de unidades es que no eliminaba la ambigüedad, y fomentaba el uso de diferentes medidas en los distintos pueblos, lo que dificultaba en actividades como el comercio ponerse de acuerdo sobre las cantidades con las que se estaba comerciando.



A la izquierda, el hombre de Vitruvio. Dibujo realizado por Leonardo da Vinci sobre 1492, en el que cuantifica las proporciones del cuerpo humano. A la derecha se observa un reloj atómico de cesio, que se emplea como estándar de unidad de tiempo. Tiene un error de un segundo en 30.000 años.

A finales del siglo XVIII se adoptó en Francia el llamado **sistema métrico**. La ventaja de este sistema es doble: por una parte, proporciona una **única unidad para cada magnitud física**. Además, **no hace necesario el uso de factores de conversión**, puesto que todos los múltiplos y submúltiplos de cada unidad son potencias de diez. Aparece así la **unidad de medida**, que es la **cantidad estandarizada** de una determinada magnitud física. Dicha unidad toma su valor a partir de un patrón que es el objeto que representa a esa unidad.

En la actualidad el sistema métrico que se emplea a nivel internacional es el Sistema Internacional de Unidades (SI).



## Unidad 5: Escalas y unidades de medida.

### Cálculo.

Un **orden de magnitud** es una **clase de escala o magnitud** de cualquier cantidad, donde cada clase contiene valores de un cociente fijo con respecto a la clase precedente. El **cociente** más comúnmente utilizado es el **10**, puesto que el sistema de medida utilizado en la actualidad es **métrico decimal**.

Por ejemplo, si una longitud es 100 veces mayor que otra, se dice que es dos órdenes de magnitud mayor. Cuando dos números tienen aproximadamente el mismo valor, se dice que son del mismo orden de magnitud.

En Física es muy importante manejar **los órdenes de magnitud**, ya que **nos permiten representar y comparar de una forma simplificada las distintas magnitudes físicas**.

Los órdenes de magnitud se representan en **notación científica**, es decir, en potencias de 10, a continuación se muestran algunos de ellos con la potencia correspondiente:

Nombre	Decimal	Potencia de diez	Orden de Magnitud
Diezmilésima	0.0001	$10^{-4}$	-4
Milésima	0.001	$10^{-3}$	-3
Centésima	0.01	$10^{-2}$	-2
Décima	0.1	$10^{-1}$	-1
Unidad	1	$10^0$	0
Diez	10	$10^1$	1
Cien	100	$10^2$	2
Mil	1000	$10^3$	3
Diez mil	10000	$10^4$	4

Ordenes de magnitud en potencia de 10.



**Sistema Internacional de Unidades.**

El Sistema Internacional de Unidades fue creado en 1960. Tiene la ventaja de que todas sus unidades básicas están basadas en **fenómenos físicos**, a excepción de la unidad de masa, que se define en referencia a un patrón de platino iridiado que se conserva en una caja fuerte de la Oficina de Pesos y Medidas.

Las **unidades básicas** (o magnitudes fundamentales) del Sistema Internacional son **siete** y tienen asignada una sola dimensión, quedando así definidas:

Magnitud Física	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Tiempo	segundo	s
Masa	kilogramo	kg
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Unidades básicas del Sistema Internacional.

- **Longitud.** Es la distancia entre dos puntos.
- **Masa.** Es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.
- **Tiempo.** Es lo que mide la duración o separación de los acontecimientos.
- **Intensidad de corriente eléctrica.** Es la cantidad de carga que pasa por la sección de un conductor en una unidad de tiempo.
- **Temperatura.** Es lo que expresa el grado de más o menos calor de los cuerpos o del ambiente.
- **Cantidad de sustancia.** Es el número de entidades elementales presentes de una determinada sustancia.
- **Intensidad luminosa.** Es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido.

Estos conceptos se explican con más detalles en el punto 3. – Aparatos de medida.



## Unidad 5: Escalas y unidades de medida.

Las **unidades derivadas** (o magnitudes derivadas) son las utilizadas para expresar magnitudes físicas que **dependen** (son combinaciones) de las magnitudes básicas. Las que veremos en esta unidad son la superficie, el volumen, la fuerza, la presión, el trabajo, la energía y la potencia. El calor, como unidad derivada se verá junto a la unidad básica de la temperatura.

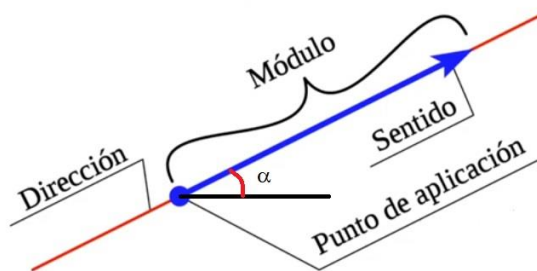
Las magnitudes físicas pueden ser **intensivas o extensivas**:

- Son **intensivas** cuando su valor es **independiente** de la **cantidad de materia del sistema**. Ejemplos: densidad, temperatura, calor específico o posición.
- Son **extensivas**, aquellas en las que su valor **depende de la cantidad de materia** del sistema. Ejemplos: masa, superficie, volumen o peso.

Independientemente de la clasificación anterior las magnitudes físicas pueden ser **escalares o vectoriales**:

- Son magnitudes **escalares** aquellas que quedan completamente definidas expresando el **valor** y la **unidad** de medida correspondiente. Por ejemplo, la masa, la temperatura, la densidad o la presión.
- Las magnitudes **vectoriales** se expresan mediante un vector, debido al **carácter geométrico** de la magnitud. Quedan completamente definidas expresando el **módulo** o amplitud del vector, esto es, su valor y unidad de medida, la **dirección**, determinada por una recta, y el **sentido** dentro de esta recta, determinada por una flecha y el **ángulo**.

Ejemplos: velocidad, fuerza, aceleración o peso.



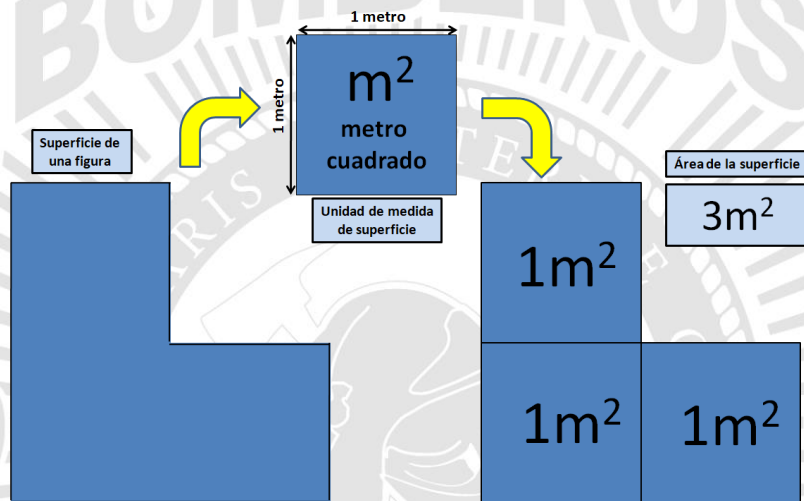
Variables para la descripción de un vector.

### 1.1. -SUPERFICIE

La superficie es una magnitud que nos dice **cuanto espacio ocupa una figura extendida en un plano**, es decir, su extensión en dos dimensiones: longitud y anchura. El resultado de medir la superficie de una figura es lo que llamamos **área**.

El **metro cuadrado** es la unidad de superficie más usada y equivale a una superficie de un cuadrado cuyos lados miden 1 metro. Se expresa así: **m<sup>2</sup>**

Observa la siguiente imagen y comprueba cómo se puede medir una superficie con el metro cuadrado. Como ves, la figura mide 3 metros cuadrados, es decir, el área de su superficie es igual a 3 metros cuadrados.



Ejemplo de medición de superficie.

También en una **figura con volumen podríamos medir la superficie** de cada una de sus caras planas o de su superficie curva, extendiéndolas en un mismo plano y calculando su área. Veamos algunos ejemplos

**Figuras redondas**, donde R es el radio:

- Superficie del círculo:  $S = \pi \cdot R^2$ .
- Superficie de la esfera:  $S = 4\pi \cdot R^2$ .
- Superficie curva del cilindro:  $S = 2\pi \cdot R \cdot h$ , donde  $h$  es la altura del cilindro.

**Figuras rectas** donde  $a$  y  $b$  son los lados:

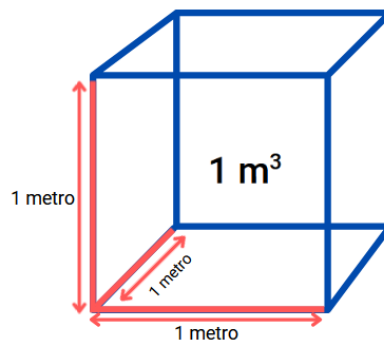
- Superficie de un paralelogramo:  $S = a \cdot b$ .
- Superficie de un cuadrado:  $S = a^2$ .
- Superficie de un triángulo:  $S = b \cdot (h/2)$ , donde  $h$  es la altura del triángulo.



## 1.2. - VOLUMEN

Es la magnitud física que expresa la **extensión de un cuerpo en 3 dimensiones** (largo, ancho y alto). El volumen de un cuerpo es la cantidad de espacio que ocupa. Cuanto mayor es el volumen, mayor espacio ocupa.

La unidad de medida del volumen es el **m<sup>3</sup>** (metro cúbico) que es el espacio que ocupa un cubo cuyas aristas miden 1 metro.



Metro cubico.

Las **unidades de capacidad** son aquellas que expresan una cantidad elegida arbitrariamente de volumen a la cual se le ha dado un nombre concreto: **litro, media, quinto, pinta**, etc. Como curiosidad, los litros de agua que caben en un cubo como el de la imagen son exactamente 1.000 litros, de ahí podemos sacar la relación entre volumen y capacidad.

Como principales **equivalencias** tenemos que:

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$$

Veamos algunos **ejemplos de cálculo de volumen**.

Figuras **redondas**, donde R es el radio:

- Volumen de la esfera:  $V = 4/3 \pi \cdot R^3$ .
- Volumen del cilindro:  $V = \pi R^2 \cdot h$ , donde  $h$  es la altura del cilindro.

Volumen de un **cuerpo prismático**, donde  $h$  es la altura. Para cualquier figura regular es el **producto del área de la base por la altura del cuerpo**:

- Prisma cuadrado:  $V = a^2 \cdot h$ .
- Prisma rectangular:  $V = a \cdot b \cdot h$ .
- Prisma de base triangular:  $V = b \cdot (h/2) \cdot h$ .

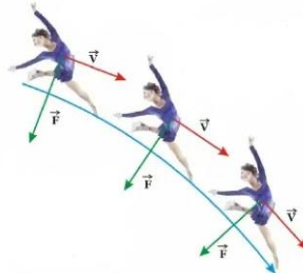
### 1.3. - FUERZA

Se llama **fuerza** a cualquier **acción o influencia** capaz de producir una **deformación** o de **modificar el estado de movimiento** o de **reposo** de un cuerpo; es decir, de imprimirle una aceleración modificando su velocidad, ya sea su rapidez, dirección o sentido. Así por ejemplo, si estamos en una pista de patinaje sobre hielo y desplazándonos con velocidad constante, si queremos ir más rápidos, tendremos que dar impulsarnos con nuestros músculos. En este caso, hemos variado nuestra rapidez, pero no la dirección o el sentido de nuestra trayectoria.



Aplicación de fuerza a movimiento rectilíneo.

Por otro lado, si la fuerza imprimida al objeto **cambia la dirección** de su trayectoria estaríamos hablando de **fuerza centrípeta**, que es la fuerza neta que actúa en la dirección hacia el centro de una trayectoria circular, causando **aceleración centrípeta**, en el mismo sentido y dirección que la fuerza aplicada. La dirección es perpendicular a la velocidad lineal del objeto. También a veces llamada fuerza radial.



Aplicación de fuerza a movimiento curvilíneo.

Por lo tanto, una **fuerza F** aplicada a un cuerpo de **masa m** hace que este adquiera una **aceleración a** en el mismo sentido y dirección que la fuerza aplicada, siendo directamente proporcional a fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

$$F = m \cdot a \Rightarrow a = F/m$$

El **Newton (N = Kg · m/s<sup>2</sup>)** es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional y puede definirse como la fuerza que aplicada a una masa de un Kilogramo provoca una aceleración de un metro por segundo al cuadrado.



## Unidad 5: Escalas y unidades de medida.

Equivalencia entre SI y Sistema Cegesimal (CGS).

$$1\text{N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1.000 \text{ g} \cdot 100 \text{ cm/s}^2 = 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm/s}^2 = 10^5 \text{ dyn (Dina)}.$$

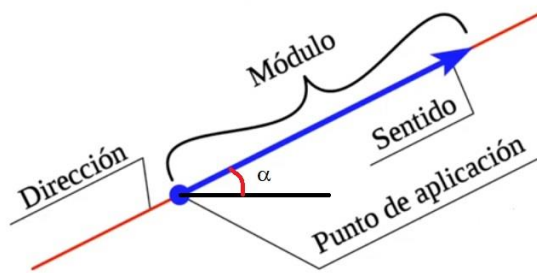
Equivalencia entre SI y Sistema técnico de Unidades.

$$1\text{N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 0,102 \text{ utm} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 0,102 \text{ utm} \cdot \text{m/s}^2 = 0,102 \text{ kgf (Kilogramo-fuerza)}.$$

Utm = unidad técnica de masa y equivale a 9.8066 Kilogramos.

Cuando la **fuerza aplicada** sobre un cuerpo no se manifiesta como una variación del estado de movimiento sino como una **deformación** comprimiéndolo o estirándolo, es decir, variando sus dimensiones en una o varias direcciones, hablamos de **tensión o esfuerzo**.

La fuerza es una magnitud **vectorial** y como tal necesita cuatro variables para su definición, **módulo, dirección, ángulo y sentido**.



Variables para la descripción de un vector.

Para realizar cualquier tipo de operación con fuerzas tendremos en cuenta estas variables y el resultado se expresará como una magnitud vectorial.

Hay fuerzas, como por ejemplo las de naturaleza **gravitatoria, magnética y eléctrica**, que se manifiestan mediante una acción a distancia, **no** llevando implícito en esta interacción un **contacto físico** entre los cuerpos que interactúan. Ejemplo de este tipo de fuerza es como la Tierra atrae a la Luna mediante la fuerza de la gravedad ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ), obligándola que siga una trayectoria curva.



#### 1.4. - PRESIÓN

La **presión** es una magnitud física escalar representada con el símbolo **P**, que designa una **proyección de fuerza ejercida de manera perpendicular sobre una superficie**. La presión relaciona una fuerza de acción continua y una superficie sobre la cual actúa, la unidad de medida en el Sistema Internacional es **pascuales (Pa)**, equivalentes cada uno a un **newton (N)** de fuerza actuando sobre un **metro cuadrado (m<sup>2</sup>)** de superficie. **Pa = N/m<sup>2</sup>**.

$$P = F/A \text{ (Pa)}$$

La materia comúnmente está sometida a distintas presiones. Por ejemplo, un gas dentro de cierto volumen ejercerá mayor presión si se le aumenta la temperatura. En general, **los cambios de presión a los que se somete la materia pueden obligarla a cambiar de estado de agregación**, es decir, pasar de gas a líquido, por ejemplo, como suele hacerse con los gases hidrocarbúricos.

Entre otras, podemos encontrar unidades de medida de presión como la **atmosfera** o el **bar**. La atmósfera (atm), utilizada para medir la presión atmosférica. Esta equivale a la presión ejercida por una columna de mercurio de 760 mm a 0 °C. **(1 atm = 101.325 Pa)**. El bar es una unidad utilizada habitualmente para medir la presión de los neumáticos, las botellas de oxígeno y en aplicaciones de submarinismo. Un bar equivale aproximadamente a la presión atmosférica. **(1 bar = 100.000 Pa)**.

La presión puede ser clasificada según los **siguientes tipos**:

**Absoluta.** Es la presión que se ejerce sobre un cuerpo por la acción de algún elemento, más la presión atmosférica que sufre.

**Atmosférica.** Es la presión que ejerce el conjunto de la masa de gases de la atmósfera sobre la superficie terrestre y sobre todo lo que repose sobre ella. A medida que uno asciende con respecto al nivel del mar la presión atmosférica disminuye ya que hay menos masa de aire sobre nosotros.

**Manométrica.** También llamada presión relativa, su valor corresponde a la diferencia entre el de la presión absoluta y el de la presión atmosférica. La presión relativa se mide utilizando un manómetro (de allí su nombre) y es la que más se utiliza en la vida cotidiana.

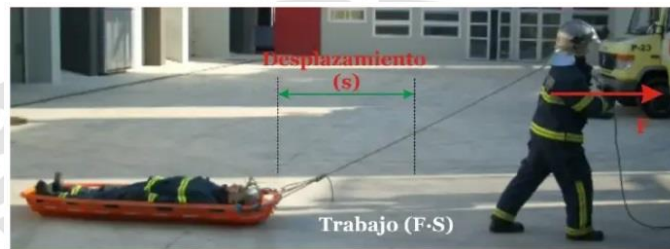
**Hidrostática o hidrodinámica.** Es la presión experimentada por fluidos, tanto debido al peso del propio fluido en reposo (hidrostática), como en constante movimiento (hidrodinámica). Usualmente se calcula una presión media entre las dos.



### 1.5. - TRABAJO

Se entiende por trabajo realizado por una fuerza (**F**) sobre una masa (**m**) durante un recorrido (**d**) al producto de la fuerza por dicha distancia, siempre que **F** y **d** no sean perpendiculares. Se mide en Julios (J).  $J = N \cdot m = (Kg \cdot m/s^2) \cdot m = (Kg \cdot m^2)/s^2$ .

$$W = \text{Fuerza} \times \text{distancia} = F \cdot d$$



Esquema de trabajo.

En el **sistema técnico** la unidad de trabajo es el **kilográmetro** (kgm o kgfm) o **kilopondímetro** (kpm), definido como el trabajo que se realiza al elevar verticalmente una masa de un kilogramo a un metro de altura. Con un julio podríamos levantar una masa de 0.1 Kg una altura de 1 metro.



### 1.6. - ENERGÍA

La energía es entendida como la **capacidad** que tiene un cuerpo o masa para **llevar a cabo un trabajo** luego de haber sido sometido a una **fuerza**. Se entiende que sin energía no es posible realizar un trabajo.

A diferencia del calor y del trabajo, la energía es **una propiedad de los cuerpos** como lo pueda ser su masa, Sin embargo, el calor y el trabajo no son propiedades de los cuerpos sino manifestaciones de la energía que estos poseen.

La unidad con la que **se mide** la energía (la misma que el trabajo) es el **Julio** y representa la cantidad de trabajo realizado por una **fuerza de 1 Newton**, a lo largo de una **distancia de 1 metro** en la misma dirección de la fuerza.  $J = N \cdot m = (Kg \cdot m/s^2) \cdot m = (Kg \cdot m^2)/s^2$

En el caso de que el **trabajo** quede **almacenado** en forma de una masa con **velocidad** se denomina **energía cinética ( $E_c$ )**, por ejemplo un vehículo desplazándose a una **velocidad  $v$**  con una **masa  $m$** .

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Si el **trabajo** lo consumimos en **elevantar** una masa, este trabajo queda almacenado en lo que se conoce como **energía potencial gravitatoria ( $E_p$ )**, que es la capacidad que tiene un cuerpo de producir trabajo al encontrarse a cierta **altura**. Su valor depende de la **masa ( $m$ )**, de la **altura ( $h$ )** y de la aceleración de la **gravedad ( $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ )**

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Si al aplicar el **trabajo** lo que conseguimos es la **deformación** de un cuerpo, como comprimir un muelle o estirar una cuerda, la energía almacenada se denomina **energía potencial elástica ( $E_d$ )**. Se define como el trabajo que ha sido necesario aplicar a un determinado material para que se consiga una **deformación ( $\Delta L$ )**; su valor depende de una **constante  $k$**  que indica la **rigidez** de un material.

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta L)^2$$

#### Principio de conservación de la energía.

Este principio universal en la física viene a decir que el **trabajo aplicado** a un cuerpo queda **almacenado** en este en forma de **distintas energías**.

Por lo tanto, podemos decir que **los daños o deformaciones** en la carrocería de un vehículo **tras un accidente** se producen porque se ha aplicado una fuerza sobre la misma. **Cuanto mayor es la energía** que el vehículo posee antes del choque, **peores serán las consecuencias** al tenerse que absorber esta energía mediante la deformación de la carrocería.

Dependiendo de la manera en que se pone de manifiesto la energía de un cuerpo se diferencian los distintos tipos de energía: cinética, potencial, gravitatoria, interna, elástica, eléctrica, luminosa, acústica, química, nuclear, de presión, etc. **La energía total** de un cuerpo o **sistema** es la **suma de todas** ellas.



### 1.7. -POTENCIA

La potencia  $P$  se define como el **trabajo realizado por unidad de tiempo** que suministra o consume un sistema.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$$

Se mide en **vatios (W)** que es igual a un **julio por segundo**.

Para un cuerpo en movimiento lineal, cuando lo mueve una **fuerza  $F$**  desplazándolo una **distancia  $d$**  a una **velocidad  $v$** , el trabajo realizado durante un **tiempo  $t$**  es  **$W = F \cdot d$**  y la velocidad  **$v = d/t$** , por lo tanto, la potencia  **$P = W/t$**  en este caso es:

$$P = F \cdot v \text{ (W)}$$

No debe confundirse trabajo o energía con potencia. Por ejemplo, un coche aumenta su energía cinética o potencial (caso de subir una cuesta) mediante la transformación de la energía química del combustible. El vehículo tendrá más potencia cuanto más rápido sea esta transformación. Para aumentar la potencia no debemos aumentar la energía química poniéndole más combustible, sino que debemos aumentar el ritmo de transformación de esta energía, lo cual se consigue aumentando el número o tamaño de los cilindros del motor o aumentando la velocidad de giro del mismo.

En el **sistema técnico** la unidad de potencia es el **kilopondímetro por segundo (kpm/s)** y el **CGS** es el **ergio por segundo (erg/s)**, ambas unidades sin nombre propio.

$$1 \text{ W} = 0,1019 \text{ kpm/s}$$

$$1 \text{ W} = 1000000 \text{ erg/s}$$

El **caballo de vapor (CV)** es otra unidad de potencia, **equivalente a  $735.5 \text{ W} = 75 \text{ kpm/s}$**  y utilizada en la Europa no inglesa. Fue definido en los orígenes del sistema métrico decimal, intentando obtener un valor similar al caballo de fuerza inglés (abreviado HP, del inglés horse power), como la potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75 kg a una altura de un metro en un tiempo de un segundo.

La **potencia eléctrica** es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico, es decir, la **cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida** por un elemento en un momento determinado.

$$\text{Potencia eléctrica} = \text{Voltaje} \times \text{Intensidad} = V \cdot I \text{ (W)}$$

Las unidades eléctricas de potencia hay que interpretarlas adecuadamente para diferenciar la potencia real o activa expresada en vatios (W) de la potencia aparente expresada en voltamperios (VA) o kaveas (kVA, kilovoltioamperios)



## 2.- CALOR Y TEMPERATURA.

En termodinámica, calor y temperatura son conceptos relacionados con definiciones precisas. Observa que tienen diferentes unidades: la **temperatura** típicamente tiene unidades de **grado Celsius (°C) o Kelvin (K)**, el **calor** tiene unidades de energía, **julios (J)**.

El calor, **q**, es **energía térmica que se transfiere de un sistema más caliente a un sistema menos caliente** que están en contacto. La temperatura es una medida de la **energía cinética promedio** de los átomos o moléculas en el sistema.

La **ley del cero de la termodinámica** dice que no se transfiere calor entre dos objetos en equilibrio térmico; por lo tanto, están a la misma temperatura. A nivel atómico, las moléculas en cada objeto están constantemente en movimiento y chocando entre sí. Cada vez que chocan, pueden transferir energía cinética. Cuando **dos sistemas** están **en contacto, se va a transferir calor del sistema más caliente al menos caliente por medio de choques moleculares**. La energía térmica va a fluir en esa dirección **hasta** que los dos objetos están a la **misma temperatura**. Cuando esto ocurre, decimos que están en **equilibrio térmico**.

Cada vez que usamos un termómetro estamos utilizando la ley cero de la termodinámica. Digamos que medimos la temperatura del agua en una bañera. Para asegurarnos de que la lectura es correcta, generalmente esperamos a que la lectura de temperatura permanezca constante. **Estamos esperando que el termómetro y el agua alcancen el equilibrio térmico**. Cuando lo hayan alcanzado, la temperatura del bulbo del termómetro y del agua de la bañera será la misma, y no habrá transferencia de calor neto de un objeto al otro (suponiendo que no haya pérdida de calor hacia los alrededores).

Cuando un sistema absorbe o pierde calor, la energía cinética promedio de las moléculas va a cambiar. Así que la **transferencia de calor** resulta en un **cambio en la temperatura** del sistema siempre y cuando **el sistema no esté pasando por un cambio de fase**.

Podemos calcular el calor liberado o absorbido utilizando el **calor específico C**, la **masa m** de la sustancia y el **cambio en temperatura  $\Delta T$**  con la siguiente ecuación:

$$q = m \cdot C \cdot \Delta T (J)$$

**Las diferentes escalas de medida de temperatura más usadas son 4.**

El **Kelvin** es la unidad base de temperatura en el sistema internacional y se desarrolló inicialmente **cambiando el punto de partida de la escala Celsius al cero absoluto**.

El grado **Celsius** es en la actualidad una unidad de temperatura derivada del sistema internacional, Los dos puntos de referencia principales de la escala Celsius fueron el punto de **congelación del agua** (o el punto de fusión del hielo), que se define como 0 °C, y el punto de **ebullición del agua**, que son los 100 °C.



## Unidad 5: Escalas y unidades de medida.

La escala **Fahrenheit** usa como puntos de referencia principales de la escala la **solidificación del agua** (congelación), que se define en **32°F**, y la temperatura del cuerpo humano, que es 96 °F. En la práctica es fácil ver que la temperatura del cuerpo humano no es una definición muy exacta. La escala Fahrenheit se ha redefinido de tal manera que el punto de fusión del hielo es exactamente 32 °F y el punto de **ebullición del agua** es exactamente **212 °F**.

El punto de referencia de la escala **Rankine** es el punto de **cero absoluto**, que son 0 °R, como en la escala Kelvin. La magnitud del grado Rankine es la misma que la de un grado Fahrenheit, pero el punto cero es muy diferente. El punto de **solidificación del agua** (congelación) se sitúa en **491,67 °R**. Esta escala está prácticamente en desuso.

La relación entre las escalas Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (K) y Rankine (°R) se basa en puntos de referencia y una relación de proporcionalidad. **Celsius y Fahrenheit usan los puntos de congelación y ebullición del agua**, mientras que **Kelvin y Rankine son escalas absolutas que parten del cero absoluto**. La conversión de Celsius a Kelvin y viceversa es una simple suma o resta de 273.15. Entre Fahrenheit y Rankine sucede lo mismo con el valor de 459.67.

DE \ A	Celsius (°C)	Kelvin (K)	Fahrenheit (°F)	Rankine (°R)
(°C)	1	$T^{\circ}\text{C} + 273,15$	$(T^{\circ}\text{C} \cdot 5/9) + 32$	$(T^{\circ}\text{C} \cdot 9/5) + 419,67$
(K)	$TK - 273,15$	1	$(TK - 273,15) \cdot 5/9 + 32$	$TK \cdot 1,8$
(°F)	$(T^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5/9$	$(T^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5/9 + 273,15$	1	$T^{\circ}\text{F} + 459.67$
(°R)	$(T^{\circ}\text{R} - 491,67) \cdot 5/9$	$T^{\circ}\text{R} \cdot 5/9$	$T^{\circ}\text{R} - 459.67$	1

Fórmulas de cálculo para convertir las lecturas de temperatura de una unidad a otra.



### 3. - APARATOS DE MEDIDA.

Los **instrumentos de medición** son herramientas que se usan para **medir una magnitud física**, imprescindibles dentro del equipo de trabajo de cualquier profesional. La **medición** es el proceso que permite **obtener y comparar cantidades físicas** de objetos y fenómenos del mundo real.

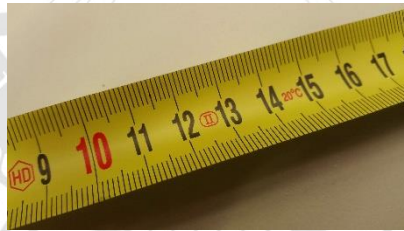
Básicamente, los instrumentos de medición son herramientas que nos permiten comparar las magnitudes físicas de los objetos, como la longitud, la masa o las propiedades eléctricas, mediante el uso de patrones o unidades de medida estandarizadas. Actualmente, el sistema de medida más utilizado es el Sistema Internacional de Unidades, derivado del sistema métrico decimal, cuyas unidades básicas son el metro y el kilo.

Vamos a ver los aparatos de medida usados para medir las unidades básicas del sistema internacional y las unidades variables, medibles, tratadas en este tema.

#### 3.1. – Longitud

Los aparatos para medir la longitud más comunes incluyen la **regla**, la **cinta métrica** o **flexómetro**, el **calibre** (pie de rey), el **micrómetro** y los medidores electrónicos como los **distanciómetros láser y sónicos**, cada uno adecuado para diferentes rangos de medida y niveles de precisión, **desde objetos pequeños hasta grandes distancias** en construcción y ciencia.

La longitud, como unidad básica del SI, se usa para el cálculo de unidades variables como la velocidad, la aceleración, la superficie, el volumen, la densidad o la fuerza.



El flexómetro puede ser uno de los aparatos de medida de longitud de uso más extendido dada su funcionalidad tanto a nivel profesional como a nivel casero.



### 3.2. – Tiempo

En el pasado, un instrumento común de medición del tiempo era el reloj de sol. Hoy en día, los instrumentos de medición del tiempo habituales son los relojes de pared y los relojes de pulsera. Para medir el tiempo con gran precisión se utiliza un reloj atómico. Los cronómetros también se utilizan para medir el tiempo en algunos deportes y eventos.

Además de los ya mencionados, existen otras formas para medir el tiempo, como son el calendario, la datación radiométrica o la línea de tiempo.



El reloj de arena, usado en la medición del tiempo desde la antigüedad.

### 3.3. – Masa.

Los aparatos para medir la masa incluyen balanzas de diversos tipos (como la balanza de dos platillos, balanzas analíticas y de cocina) y básculas (usadas para medir pesos de objetos grandes), además de dispositivos más especializados como el espectrómetro de masa, usados para medir la masa de átomos y el catarómetro, usado para medir la masa de un gas en una muestra. La elección del instrumento depende de la precisión requerida y la cantidad de masa que se necesita medir.



La báscula corporal es usada frecuentemente en procesos médicos debido a su gran precisión.

### 3.4. – Intensidad de corriente eléctrica.

Los aparatos para medir la intensidad de corriente eléctrica son el **amperímetro** y la **pinza amperimétrica**, además del **osciloscopio**, usado para medir y mostrar el voltaje en función del tiempo, o del **multímetro**, que es un instrumento multifunción que incluye la capacidad de medir amperios y que debido a su versatilidad se suele usar en diagnósticos eléctricos completos ya que puede medir voltios (voltímetro) y resistencia (óhmetro).

El amperímetro mide los amperios en un circuito colocándose en serie, mientras que la pinza amperimétrica mide sin necesidad de abrir el circuito y sin contacto eléctrico directo. Los hay analógicos (con una aguja) y digitales (con pantalla de visualización de valores numéricos), siendo estos últimos más precisos.



El multímetro digital es el instrumento para pruebas eléctricas más utilizado en el mundo.

### 3.5. – Temperatura.

El aparato para medir la temperatura es el **termómetro** y su funcionamiento se basa en la **dilatación térmica de un líquido** o en la **conversión de calor en señal eléctrica**. Los termómetros de mercurio o alcohol utilizan la propiedad de los líquidos de expandirse al calentarse y contraerse al enfriarse, subiendo o bajando dentro de un tubo capilar graduado. Los termómetros digitales, en cambio, emplean un sensor (como termopares, RTD o termistores) que convierte la temperatura detectada en una señal eléctrica para mostrarla en una pantalla.



El termómetro analógico de mercurio se basa en el principio de la dilatación térmica.



### 3.6. – Cantidad de sustancia.

El aparato para medir la cantidad de sustancia es la balanza, que es utilizada para determinar la masa, mediante la cual se calcula el número de moles.

Para calcular el **número de moles (n)** de una sustancia, divide su **masa (m)** entre su **masa molar (M)**, es decir:  $n = m / M$ . Necesitarás una tabla periódica para encontrar la **masa atómica (suma de los protones y neutrones del núcleo del átomo)** de cada **elemento** y así calcular la masa molar del compuesto.

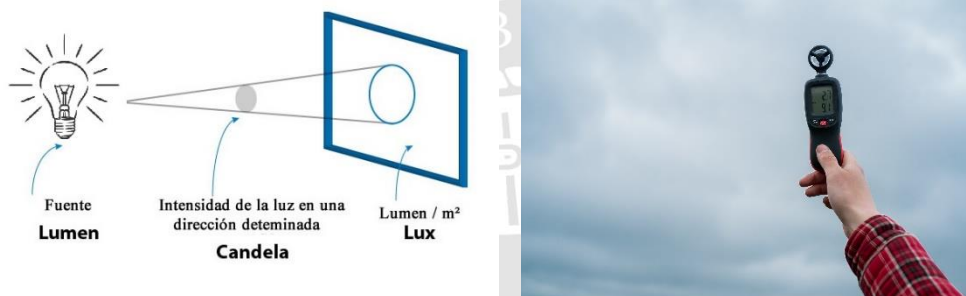
### 3.7. – Intensidad luminosa.

La luz es la forma de energía que ilumina las cosas, las hace visibles. Es una **onda electromagnética** capaz de ser percibida por el ojo humano y cuya frecuencia determina su color.

El **luxómetro** es una herramienta que **ayuda a medir las condiciones de iluminación** de un espacio interior. Tal y como indica su nombre, la unidad de medida del luxómetro es el lux (La cantidad de iluminación que incide por metro cuadrado).

Como resumen sintetizado podemos decir que la **Candela (cd)** es la **cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido**. El ángulo sólido es el **ángulo espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado**, que se corresponde con la zona del espacio limitada por las rectas proyectantes desde el objeto hacia el observador. Por ejemplo, El ángulo sólido bajo el cual se ve un objeto depende tanto de las dimensiones del objeto como de la distancia a la que se encuentra del observador. Así, el ángulo sólido bajo el cual se ve una moneda de un céntimo de un euro a 1,8 m, la Luna o el Sol, es muy parecido a pesar de la enorme diferencia de dimensiones.

El **Lumen** indica la **salida total de luz en todas las direcciones**



A la izquierda vemos la relación entre Lumen, Candela y Lux. A la derecha un luxómetro.

### 3.8. – Superficie.

Desde el flexómetro hasta la estación total, **los aparatos usados para la obtención de la longitud son los usados para el cálculo de superficie.**



La estación total es uno de los aparatos de medida de superficie esenciales.

### 3.9. – Volumen.

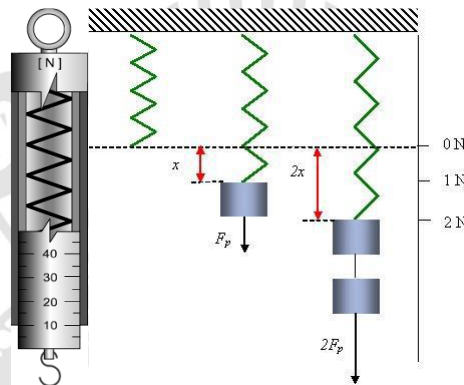
Los aparatos para medir el volumen incluyen la **probeta** (un cilindro graduado para medir volúmenes de líquidos), el **Vaso de Bohemia** (se utiliza para almacenar sustancias, disolverlas, mezclarlas, calentarlas y en general cualquier cosa que no necesite una medida de precisión del volumen), la **pipeta** (para transferir pequeñas y precisas cantidades de líquido), la **bureta** (un tubo graduado con llave para controlar el vertido de líquidos), el **matraz aforado** (para medir un volumen exacto de líquido), entre otros.



Instrumentos de medida de volumen especialmente usados en laboratorios.

### 3.10. – Fuerza.

Para medir las fuerzas se utiliza el **dinamómetro**. Es un aparato para medir la intensidad de las fuerzas. Se basa en la **ley de Hooke**, La deformación que sufre un cuerpo elástico es directamente proporcional a la fuerza deformadora aplicada.  $F = K \cdot (l_f - l_0)$  donde **K** es la **constante elástica**,  $l_f$  es la **longitud final** y  $l_0$  es la **longitud inicial**.



Dinamómetro.

### 3.11. –Potencia.

El aparato principal para medir la potencia de un motor de combustión interna es el **dinamómetro**, que puede ser de chasis (para vehículos completos) o de motor (para el motor suelto). Este equipo **mide la fuerza y el par motor en el eje de salida del motor**, calculando así la potencia generada en diferentes revoluciones por minuto (RPM).

El **vatímetro** es un instrumento electrodinámico para medir la **potencia eléctrica o tasa de suministro de energía eléctrica** de un circuito eléctrico dado. Su unidad de medida es el vatio. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas, llamadas «bobinas de corriente» o amperimétrica, y una bobina móvil llamada «bobina de potencial» o voltimétrica.



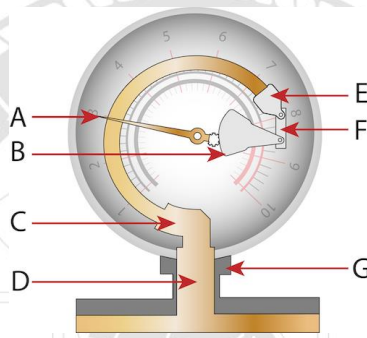
A la izquierda vemos la aplicación del dinamómetro como el principal instrumento usado en la medición de la potencia en motores de combustión interna. A la derecha el Vatímetro empleado en la medición de la potencia en circuitos eléctricos.

### 3.12. – Presión.

Los instrumentos para medir la **presión** son dispositivos de distintos materiales que miden la **fuerza que un fluido es capaz de ejercer sobre una superficie**, teniendo como referencia la presión atmosférica. Ese cambio se registra en una escala o pantalla calibrada, y se expresa en unidades de presión.

Existen varios instrumentos para medir la presión y, aunque la mayoría se utiliza para medir la presión relativa, hay algunos diseñados para medir la presión absoluta. Manómetro, altímetro, barómetro, sensor MAP, tubo de Pitot o esfigmomanómetro, entre otros.

#### Principio de funcionamiento del tubo de Bourdon.



Componentes del tubo de Bourdon: aguja indicadora (A), engranaje sectorial (B), extremo fijo del tubo de Bourdon (C), tubo de entrada (D), extremo móvil del tubo de Bourdon (E), pivote y pasador de pivote (F), y bloque de encaje (G).

1. Un manómetro de tubo de Bourdon se fija a la tubería en el tubo de entrada (D). El bloque de encaje (G) sujeta el tubo de entrada en su sitio, lo que también sujeta el dispositivo a la línea de proceso.
2. El fluido fluye hacia el extremo estacionario del tubo de Bourdon (C).
3. La presión del fluido se distribuye por el tubo de Bourdon en forma de C (E). Como resultado de esta presión, la forma de C se endereza.
4. Un pivote y un pasador pivotante (F) conectan el movimiento de enderezamiento con el engranaje sectorial (B) en el extremo móvil del tubo de Bourdon.
5. El movimiento en el extremo móvil es amplificado por el sistema de engranajes, de modo que un cambio muy ligero de presión da lugar a un movimiento considerable de la aguja indicadora (A). Generalmente, el indicador se mueve de izquierda a derecha en una trayectoria circular sobre una escala calibrada. Una disminución completa de la presión hará que el tubo de Bourdon vuelva a su posición original.



#### 4. – BIBLIOGRAFÍA.

Suay Belenguer J. M. (2009). *Conceptos básicos de física y química para bomberos*. Alicante: [www.lulu.com](http://www.lulu.com).

Martín Blas, T., y Serrano Fernández, A. (2014). *Curso de física básica*. Madrid: Universidad politécnica de Madrid.

Kotz, J. C., Treichel, P. M., Townsend, J. R., y Treichel, D. A. (2015). *Specific Heat Capacity: Heating and Cooling (Calor específico: calentamiento y enfriamiento)*. En *Chemistry and Chemical Reactivity (Química y Reactividad Química)*. Edición del instructor (9.a ed., pp. 184-189). Stamford, CT: Cengage Learning.

Adaptación del recurso original "Diseña para una buena cosecha" del Proyecto REA Andalucía de la Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía, bajo licencia de CC BY-SA-NC.

León, V. (2002). *Optimización energética de las instalaciones eléctricas industriales y domésticas*. España: Wikipedia.

Real Academia Española. (2019). *Educación*. En el Diccionario de la Lengua Española (edición de tricentenario). Obtenido de [www.rae.com](http://www.rae.com).

Tipler, Paul A. (2000). *Física para la ciencia y la tecnología (2 volúmenes)*. Barcelona: Ed. Reverté.