

E. E. T. N° 12 "María Rosa Almandoz"

Termodinámica

Bloque 1

Revisión

Las ciencias exactas se basan en las mediciones. En la vida diaria se efectúan innumerables mediciones: un almacenero, con una balanza mide la cantidad de harina, de pan, de queso, etc. En otras actividades se miden longitudes, superficies, volúmenes, pesos, tiempos, temperaturas.

Todo aquello que se puede medir se denomina "**Magnitud**". Son magnitudes entonces, la **longitud**, el **tiempo**, la **superficie**, el **volumen**, la **temperatura**, etc.

Medir es comparar una cantidad con otra de la misma especie, a la que denominamos "**unidad**". El número de veces que entra la unidad en lo que estamos midiendo nos da el valor de la "**medición**".

Para efectuar las mediciones se deben definir las unidades que corresponden a cada magnitud.

Para que las diferentes magnitudes resulten coherentes entre sí, se definen los **sistemas de unidades**. Un sistema de unidades está formado por algunas magnitudes que se denominan **fundamentales** y las restantes se obtienen al combinar las primeras, por lo que se denominan **derivadas**.

Se emplean dos clases de sistemas de unidades: los **gravitacionales** y los **absolutos**. Los gravitacionales toman como unidades fundamentales a la fuerza, la longitud y el tiempo (FLT), mientras que los absolutos eligen como unidades fundamentales a la masa, la longitud y el tiempo (MLT). Dentro de los sistemas gravitacionales tenemos el sistema técnico y dentro de los absolutos tenemos el CGS y el MKS. En la tabla siguiente se definen los tres sistemas de unidades y las unidades derivadas más usadas.

Magnitudes		Sistema		
		C G S	M K S	Técnico
Fundamentales	Longitud	centímetro cm	metro m	metro m
	Masa	gramo g	Kilogramo(masa) kg	-----
	Tiempo	segundo s	segundo s	segundo s
	Fuerza	-----	-----	kilogramo (fuerza) kgr
D e r i v a d a s	Fuerza	dina dyn	Newton N	-----
	Masa	-----	-----	unid. tec. masa (utm)
	Área	centímetro cuadrado cm²	metro cuadrado m²	metro cuadrado m²
	Volumen	centímetro cúbico cm³	metro cúbico m³	metro cúbico m³
	Velocidad	centímetro por segundo cm/s	metro por segundo m/s	metro por segundo m/s
	Aceleración	centímetro por segundo cuadrado cm/s	metro por segundo cuadrado m/s³	metro por segundo cuadrado m/s³
	Trabajo Energía	ergio erg	Joule J	kilográmetro kgm
	Potencia	ergio por segundo erg/s	Watt W	kilográmetro por segundo kgm/s
	Presión	Dina por centímetro² Dina/cm²	Newton por metro cuadrado N/m²	Kilogramo por metro cuadrado kgr/m²
	Caudal	Centímetro cúbico por segundo cm³/s	Metro cúbico por segundo m³/s	Metro cúbico por segundo m³/s
	Densidad	Gramo por centímetro cúbico g/cm³	Kilogramo por metro cúbico kg/m³	unid. tec. masa por metro cúbico utm/m³
	Peso Específico	Dina por centímetro cúbico dyn/cm³	Newton por metro cúbico N/m³	Kilogramo por metro cúbico kg/m³

Una vez establecida la unidad patrón se acuerdan los submúltiplos y múltiplos, es decir cantidades menores y mayores de la unidad en cuestión. Internacionalmente se emplea el sistema métrico

decimal el cual como todos sabemos "va de diez en diez". Esto significa que se van tomado sucesivamente porciones de unidad 10 veces más chica en el caso de los submúltiplos, o 10 veces más grandes en el caso de los múltiplos. De ahí que si dividimos el metro en diez partes, cada parte se llame **decímetro** (simbolizado con dm), en consecuencia un metro contendrá diez decímetros, lo cual en símbolos se escribe: 1 m = 10 dm.

Si el decímetro se divide en diez partes esto significa que el metro queda dividido "diez veces diez" es decir que el metro se divide en cien partes y cada parte se llama **centímetro**, luego en un metro contiene cien centímetros es decir: 1 m = 100 cm.

La milésima parte del metro se denomina milímetro y entonces un metro contiene mil milímetros o sea: 1 m = 1000 mm.

1 m = 10 dm = 100 cm = 1000 mm

1 m = 10 dm = 10² cm = 10³ mm

Un razonamiento similar conduce a los múltiplos de la unidad patrón: diez metros corresponden a un **decámetro** es decir 10 m = 1 dam. Cien metros corresponden a un hectómetro y mil metros a un kilómetro

10 m = 1dam

100 m = 1 hm

1000 m = 1 km

Podemos observar que se utilizan prefijos para denotar las proporciones de submúltiplos y múltiplos y estos prefijos se generalizan para cualquier unidad. De ahí que, por ejemplo, a la milésima parte del segundo se la llame milisegundo, luego, un segundo contiene mil milisegundos es decir:

1 s = 1000 ms

En el siguiente cuadro se indican los prefijos y sus correspondencias decimales.

relación	MÚLTIPLOS						UNIDAD	SUBMÚLTIPLOS					
prefijo	tera	giga	mega	kilo	Hecto	deca	unidad	deci	centi	mili	micro	nano	pico
símbolo	t	G	M	k	h	da		d	c	m	μ	n	p
proporción	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	10 ²	10 ¹	100	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²

Veamos algunos ejemplos:

Cuando hablamos de un microsegundo nos referimos a una millonésima de segundo es decir que ("s" es la abreviatura correcta de segundo y no con la abreviatura *seg* como es frecuente observar) . Cinco hectolitros se escribe 5 hl ("l" es la letra "ele", abreviatura de litro) que corresponde a 5 · 10² l

Ya conocemos la necesidad de adoptar unidades para realizar una medición pero ¿cuál es el sentido de emplear submúltiplos y múltiplos de dichas unidades? Supongamos que queremos indicar el espesor de un alambre cuyo diámetro es de 0,002 m, es decir "cero coma, cero, cero, dos metros" ¿no es más sencillo decir 2 mm o sea "dos milímetros"? En general todos conocemos la distancia aproximada de Bs. As. a Mar del Plata la cual es de 400 km y no es común escuchar esa distancia expresada en metros. Ahora ¿no han escuchado expresar cantidades de magnitud en unidades diferentes a las cuales estamos correctamente acostumbrados como por ejemplo: 100 millas; 5 yardas; 120 Fahrenheit; 3 pulgadas; 8 onzas; 20 nudos, etc.? Si bien nosotros utilizamos el sistema internacional de unidades todavía hay naciones que aún emplean sistemas basados en otros patrones de medida.

Conversión

Una conversión de unidades consiste en expresar una cierta cantidad de magnitud que está dada en una cierta unidad, en otra ya sea del mismo sistema de medida o en otro. Para ello es necesario conocer las equivalencias entre las unidades en cuestión. Por ejemplo; sea una cierta cantidad de longitud, digamos 58 cm y se desea:

a) expresarla en metros

Sabemos que: $1\text{ m} = 100\text{ cm} \rightarrow \frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} = 1$

y 58 cm se puede escribir como:

$$58\text{ cm} = 58\text{ cm} * \left(\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} \right)$$

simplificando las unidades y haciendo la división y queda

$$58\text{ cm} = 0,58\text{ m}$$

Tal vez pueda parecer un proceso un tanto engorroso, ya que muchos dirán "es más fácil correr la coma y listo", sin embargo a medida que avancemos verán que es el único modo de convertir unidades más complejas y además una vez que se aprende el mecanismo, notarán que es sencillo ya que consiste en un despeje, un reemplazo y una cuenta final.

Veamos otros ejemplos...

Sabemos que una hora contiene 60 minutos, a su vez un minuto contiene 60 segundos, por lo que podemos afirmar que 1 h contiene 60 veces 60 s , es decir 60 x 60 segundos lo que da un total de 3600 s . Luego podemos escribir las siguientes equivalencias:

1 h = 60 min
1 min = 60 s
1 h = 3600 s

a) Supongamos que se desean saber cuántas horas corresponden 105 min:

1) buscamos la relación entre horas y minutos

$$1\text{ h} = 60\text{ min}$$

2) La equivalencia nos permite escribir

$$\frac{1\text{ h}}{60\text{ min}} = 1$$

3) Entonces:

$$105\text{ min} \frac{1\text{ h}}{60\text{ min}}$$

4) hacemos las cuentas y resulta:

$$1,75\text{ h}$$

b) Se desea saber cuántos min corresponden a 18 s

1) buscamos la relación entre segundos y minutos

$$1\text{ min} = 60\text{ s} \rightarrow \frac{1\text{ min}}{60\text{ s}} = 1$$

2) Ecribimos

$$18\text{ s} \cdot \frac{1\text{ min}}{60\text{ s}}$$

3) simplificamos las unidades y resolvemos:

$$0,3\text{ min}$$

En nuestros estudios trataremos con unidades combinadas por ejemplo la velocidad que se expresa en m/s o el peso específico que se expresa en kgf/dm³, etc. y es en estos casos donde resulta más difícil realizar conversión de unidades a submúltiplos o múltiplos de las mismas por lo cual se justifica aplicar el mecanismo explicado.

Definición de Conceptos

Longitud (L)

La longitud es una de las magnitudes físicas fundamentales, en tanto que no puede ser definida en términos de otras magnitudes que se pueden medir. En muchos sistemas de medida, la longitud es una unidad fundamental, de la cual derivan otras.

La longitud nos indica la distancia entre dos puntos en el espacio a lo largo de una recta. Es una medida de una dimensión, lineal (a diferencia de la superficie o el volumen).

Unidades: metro [m], así como sus múltiplos y submúltiplos.

Superficie (S)

La definición más simple nos indica una zona del plano limitada por una línea curva cerrada. Pero también hablamos de superficies cuando nos referimos a los límites de los cuerpos y en estos casos las superficies pueden ser curvas.

Cuando damos valor a esa zona del espacio hablamos de área, que para figuras geométricas simples como los cuadriláteros se calcula en base al producto de sus dos dimensiones características (por eso decimos que es una medida de dos dimensiones). Para otras figuras geométricas simples utilizamos las ecuaciones que nos da la geometría.

Unidades: metro cuadrado [m²], así como sus múltiplos y submúltiplos siempre al cuadrado.

Es una magnitud escalar aunque en algunas aplicaciones particulares se le asigna un vector asociado.

Volumen (V)

Magnitud escalar que nos indica el espacio ocupado por un cuerpo. Para cuerpos geométricos simples como el cubo o los paralelepípedos, se obtiene como el producto de sus tres dimensiones características (motivo por el cual decimos que es de tres dimensiones). Para otros cuerpos geométricos también recurrimos a la geometría para obtener las ecuaciones que permiten su cálculo.

Unidades: metro cúbico [m³], así como sus múltiplos y submúltiplos elevados al cubo.

Velocidad (v)

La velocidad es la magnitud que indica la variación de la posición de una partícula con el tiempo y es, por tanto, la responsable de los cambios en la posición de las partículas.

Es una magnitud vectorial, que matemáticamente se calcula como el cociente del camino recorrido por la partícula y el tiempo empleado en recorrerlo. Las unidades resultan por lo tanto el cociente entre las correspondientes unidades de longitud y tiempo. Recordamos la ecuación:

$$v = \frac{L}{t}$$

Unidades: metro/segundo [**m/s** ; **cm/s**], así como cualquier unidad de longitud dividida por tiempo.

Aceleración (a)

La aceleración, magnitud vectorial, es la variación de la velocidad de una partícula con el tiempo y es la responsable tanto de los cambios en el módulo de la velocidad de las partículas así como de la variación de la dirección en la que se mueven.

Matemáticamente se calcula como el cociente entre la variación de velocidad registrada y el tiempo en que se produjo, de manera que las unidades se obtienen del cociente entre unidades de velocidad y tiempo, que finalmente se pueden sintetizar como una longitud dividida por tiempo al cuadrado. Su ecuación es: $a = \frac{v}{t}$

Unidades: metro/segundo al cuadrado [**m/s²** ; **cm/s²**], así como cualquier unidad de longitud dividida por tiempo al cuadrado.

Masa (m)

A veces se define la masa como la magnitud escalar que indica la cantidad de materia contenida en un objeto, siendo así una propiedad inherente de la misma (y que puede ser igual a cero). Es una definición un poco desafortunada, pero de todos modos el concepto de masa es bastante intuitivo.

No se debe confundir la masa con el *peso*, mientras la primera mide la cantidad de materia el segundo es una *fuerza*. Este es un error muy común que hay que evitar a toda costa.

En teoría hay dos tipos diferentes de masas: una es la **masa inercial**, que es la que se opone a que un cuerpo se acelere cuando se aplica una fuerza sobre él (según la Segunda Ley de Newton); la otra es la **masa gravitatoria**, (que cumple con la ley de interacción gravitatoria).

Aunque aún no se ha podido demostrar de modo matemático, estos dos tipos de masa son iguales en una parte entre varios millones según los experimentos.

Unidades: [kilogramo masa **kg_m**, el gramo masa **g_m** y la unidad técnica de masa **utm**] en los sistemas MKS, CGS y Técnico, respectivamente.

Fuerza (F)

La definimos expresando los efectos que produce. Es una magnitud vectorial, que al aplicarse a un cuerpo modifica el estado de reposo o movimiento, lo deforma o ambas cosas.

La fuerza viene descrita por la **Segunda Ley de Newton** y es entonces el resultado del producto de la masa por la aceleración, es decir **$f = m \cdot a$** .

Unidades: [Newton **N**, la dina **dyn** y el kilogramo fuerza **kg_f**.] en los sistemas MKS, CGS y Técnico, respectivamente.

Un tipo de fuerza muy particular es aquella con la que la tierra atrae a cada uno de los cuerpos, y que por ello recibe un nombre particular, el **peso**. Cuando se deja caer un cuerpo, por efecto de la fuerza "**peso**" adquiere la aceleración de la gravedad "**g**", de manera que se puede escribir

$$p = m \cdot g$$

Densidad (δ)

Magnitud escalar que indica la masa de la unidad de volumen de una determinada sustancia o cuerpo. Cuando hablamos de sustancias puras o mezclas homogéneas, se obtiene la densidad como el cociente entre la masa y el volumen de una determinada porción.

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

Unidades: $[\text{kg/m}^3, \text{g/cm}^3 \text{ y } \text{utm/m}^3]$ en los sistemas MKS, CGS y Técnico, respectivamente.

Peso específico (γ)

Magnitud que indica el peso de la unidad de volumen de una sustancia o cuerpo. Se la calcula como el cociente entre el peso total y el volumen, y las unidades resultan de la combinación de esas

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

Unidades: $[\text{N/m}^3, \text{dyn/cm}^3 \text{ y } \text{kg/m}^3]$ para el MKS, CGS y Técnico, respectivamente.

Trabajo (T)

Se define el trabajo como el producto escalar de la *fuerza* que se aplica sobre una *partícula* por el desplazamiento de la misma. Hay que hacer notar que si la *fuerza* es perpendicular al desplazamiento entonces el trabajo total será cero. Por tanto podemos considerar al trabajo como lo que nos cuesta mover una *partícula* a favor o en contra de una *fuerza*. Para calcular el trabajo usamos la expresión $T = f \cdot d \cdot \cos \alpha$.

En los casos comunes se toma como el producto de fuerza por distancia $T = f \cdot d$ y de aquí se obtienen las unidades en los tres sistemas, como el producto de una fuerza por una distancia. (no confundir con torque o momento)

Unidades: $[\text{N.m} = \text{Joule} ; \text{dyn.cm} = \text{Ergio} ; \text{kgf.m}]$ en los tres sistemas.

Energía (E)

La energía es un concepto bastante abstracto, pero demostró ser muy útil en todos los campos de la física. Una de las definiciones posibles que se dan para la energía es la capacidad que tiene "almacenada" un cuerpo para hacer un *trabajo*.

Según una de las leyes de la termodinámica (leyes empíricas que jamás se han conseguido falsar) la energía interna de un objeto sólo puede convertirse en calor o en *trabajo*. El calor se produce mediante fricción, *fuerzas de rozamiento* y otras situaciones disipativas, pero si eliminamos estas la energía sólo se puede convertir en un *trabajo* realizado, de ahí la definición anterior. **Por este motivo también tiene las mismas unidades que el trabajo.**

La energía aparece en multitud de formas diferentes, bien como energía potencial, energía cinética, elástica, electrostática, etc.

Energía cinética (E_c)

La energía cinética es la *energía* que posee una *partícula* por el mero hecho de moverse con una *velocidad* determinada. Es decir, por estarse moviendo las *partículas* ya presentan energía y pueden realizar *trabajo*. La ecuación que permite calcularla es: $E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$

Energía potencial (E_p)

La energía potencial aparece en las *fuerzas conservativas* y se define como una función tal que, al calcular el *trabajo* entre dos puntos, el resultado sea igual a la energía potencial en el punto final menos la energía potencial en el punto inicial; es decir, es una *energía* que aparece en las *partículas* sólo por ocupar determinada *posición* en el espacio.

En general trabajamos con la energía potencial gravitatoria, que se debe al campo gravitatorio terrestre. Se la calcula como el producto del peso por la altura a la que encuentra el objeto; la ecuación es $E_p = p \cdot h = m \cdot g \cdot h$

Potencia (P)

Magnitud escalar que indica el trabajo realizado en cada unidad de tiempo. También se aplica a la energía ya sea producida o consumida. La potencia es entonces el cociente entre el trabajo o la energía que se produce o consume, dividida por el tiempo en que ello ocurre; la ecuación será

$$Po = \frac{T}{t}$$

Unidades: [Joule/s = Watt ; Ergio/s ; kg_f.m/s] en los tres sistemas.

Presión (Pr)

Se define la presión como la *fuerza* ejercida sobre cada unidad de superficie. La utilizaremos como una magnitud escalar, aunque en algunas aplicaciones se la utiliza como magnitud vectorial. Se la calcula dividiendo la fuerza aplicada por la superficie que la soporta, la ecuación será:

$$Pr = \frac{F}{S}$$

Unidades: [N/m² = Pascal ; dyn/cm² ; kg_f./m²] en los tres sistemas.

Trabajo práctico Nº 1.

Magnitudes y unidades.

- 1. Escriba tres magnitudes, y para cada una de ellas, escriba tres unidades de medida.
- 2. Para las siguientes magnitudes, escriba los nombres de las unidades que conozca y su símbolo: Longitud, fuerza, tiempo, superficie, volumen.
- 3. Indicar el valor que representa cada uno de los siguientes prefijos usados con las unidades y su abreviatura:

mega	deci
kilo	centi
hecto	mili
deca	micro

- 4. Indicar la equivalencia entre las siguientes unidades y su múltiplos y submúltiplos.

1 km = m	1m² = cm²	1 hora = seg.
1 dm = m	1 dm² =m²	1 m³ = cm³
1 cm = m	1 dm² =cm²	1 dm³ = m³
1 dam = m	1 hora = min	1 gr = kgr

- 5. Expresar en la unidad que se indica las siguientes mediciones:

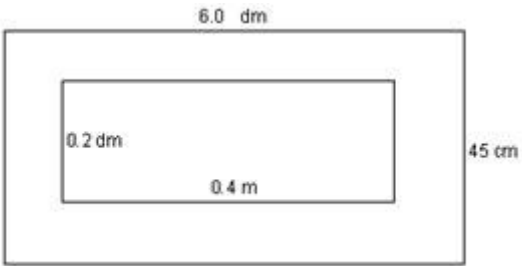
18 m = cm	0,5 km =m	8 kg = g
37244 cm = km	5,30 L =cm³	7 g = kg
860 dm³ = cm³	4728 L =m³	10 m³ = l
5341 gr = kgr	32,5 tn = kgr	10 dm³ =l
840000cm² = m²	23 min. = h	20 km = dam
0,60 h = seg.	6400 seg = min.	10 ml = cl
10 m³ = dm³	10 cm³ = dm³	21 m³ = cm³
6 g / cm³ = kg / m³	980 g / l = kg / m³	1,3 kg / l = kg / m³

- 6. Indicar cuál de las siguientes magnitudes es escalares y cuál es vectorial.

Longitud	Tiempo	Fuerza
Masa	Velocidad	Superficie
Aceleración	Volumen	Temperatura

- 7. Resolver los siguientes problemas.

- a) Un terreno para pastar, de forma cuadrada, tiene 305 dm de lado. Si se quiere cercar con cinco hilos de alambre. ¿Cuánto metros de alambre se necesitarán? ¿Qué parte de una hectárea ocupa el terreno?
- b) Una pintura rectangular se ha pegado en una hoja en blanco como se muestra en la figura. ¿Cuál es el área del papel que no ha sido cubierta por la pintura?
- c) El largo de un rectángulo excede al ancho en 8.0 m. Si cada dimensión se aumenta en 3×10^2 cm , el área aumentaría en 57 m². ¿Cuáles son las dimensiones del rectángulo?



- d) Un centro experimental dispone de $4\,500\text{ m}^2$ de superficie cultivable. Se dedican dos novenos al cultivo de hortalizas, el 60 % del resto al cultivo de árboles frutales y la superficie restante a plantas medicinales. Calcular que superficie se dedica a cada cultivo.
- e) ¿Cuántos metros debe tener el largo de un aula que tiene 50 dm de ancho para que pueda contener 30 estudiantes a razón de 0.75 m^2 por estudiante?
- f) Una granja necesita abonar 20 ha de terreno entre tierras cultivas y tierras vírgenes. Para ello recibe 1320 kg de fertilizantes. Cada hectárea ya cultivada requiere de 80 kg de fertilizante y cada hectárea de tierra virgen requiere 45 kg . ¿Cuántas hectáreas de cada tipo hay?
- g) ¿Qué edad tiene una persona que ha vivido 36 millones de minutos (indica el tiempo exacto en años, meses, días y horas).
- h) ¿A cuánto segundos equivalen 15,20 minutos?