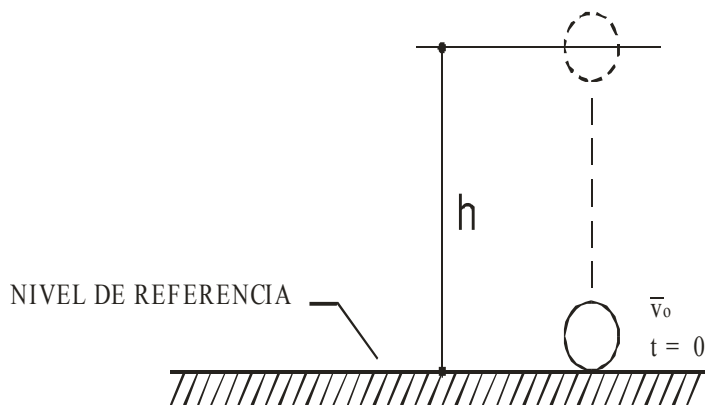


CANTIDADES FISICAS

Una magnitud o cantidad física es una característica de un objeto o un fenómeno físico, que puede ser medida. Las magnitudes físicas son numerosas y describen los fenómenos físicos. Son magnitudes físicas: el tiempo, la masa, la temperatura, la velocidad, el volumen, la presión, la carga eléctrica, etc.



Analicemos como ejemplo, el movimiento vertical de un cuerpo que es lanzado partiendo del reposo, como se ve en la figura. Las principales magnitudes de este movimiento son: la altura, la velocidad, la aceleración y el tiempo transcurrido.



Caída libre de un cuerpo

Para hallar las leyes que gobiernan el movimiento vertical de los cuerpos, deberíamos observar este fenómeno repetidamente y medir sus magnitudes, tratando de encontrar alguna relación entre ellas, como la que existe entre la altura (h) y el tiempo (t), expresada por la ecuación:

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

En esta expresión h y t son variables y v_0 y a son constantes.

Las cantidades físicas se expresa mediante un número y la unidad correspondiente. Por ejemplo: 15 m, 25 W, 20 Pa.

Las cantidades físicas 15 m. significa: (a) La longitud ha sido medida tomando como unidad el metro y se ha establecido que 1 m está contenido 15 veces en ella.

En el **SI** cada cantidad física tiene una sola unidad y nada más que una. Los diversos valores numéricos que una cantidad puede tener pueden ser expresados por un número de pocas cifras, seleccionado el adecuado múltiplo o submúltiplo de la unidad. Además seleccionado un adecuado número de unidades de base, todas las otras unidades del sistema pueden derivar de ellas.

Las magnitudes físicas se suelen clasificar de muchas formas, por ejemplo, según su origen pueden ser:

Magnitudes fundamentales
Magnitudes derivadas

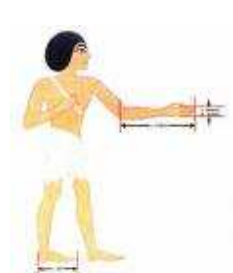
Las magnitudes fundamentales son elementales e independientes, es decir, no pueden ser expresadas en términos de otras magnitudes, ni tampoco pueden expresarse entre sí.

Para medir estas magnitudes, se requiere de un patrón de medición el cual determina una unidad de medida, de tal forma que la magnitud puede ser expresada como un múltiplo o submúltiplo de dicha unidad. La unidad de medida debe estar reproducida en las escalas de los instrumentos de medición.

La siguiente tabla muestra la relación completa de las magnitudes físicas fundamentales y sus unidades en el Sistema Internacional. En la tabla también se observa que a cada cantidad física se le asocia una dimensión.

Cantidad Física o Magnitud	Unidad SI	Símbolo	Dimensión
Longitud	metro	m	L
Masa	kilogramo	kg	M
Tiempo	segundo	s	T
Temperatura	kelvin	K	θ
Intensidad de Corriente	ampere	A	I
Intensidad Luminosa	candela	cd	J
Cantidad de Sustancia	mole	mol	N

De esta forma se define la **longitud** como una magnitud fundamental que indica el largo de un cuerpo, medido en una unidad que en el Sistema Internacional es el **metro**, el que a su vez está definido como la longitud de una **barra patrón** de platino e iridio guardada en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en París.



Se define la **masa** como una magnitud fundamental que indica la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de reposo o movimiento a velocidad constante (inercia), medida en una unidad que en el Sistema Internacional es el **kilogramo**, el que a su vez está definido como la masa de un **cilindro patrón** de una aleación de platino e iridio que se guarda en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

Se define el **tiempo** como una magnitud fundamental que determina la duración de los fenómenos físicos, medido en una unidad que en el Sistema Internacional es el **segundo**, el que a su vez está definido como la 1/86400 parte de un **día solar medio patrón**.



Hay que mencionar que en el transcurso de los años y debido a las exigencias de la ciencia, los patrones de longitud y tiempo han tenido que ser redefinidos sobre la base de patrones atómicos.

El patrón de longitud, en el año 1969, se definió como 1 650 763,73 longitudes de onda del ^{86}Kr , y luego, en el año 1983, como la distancia que viaja la luz en el vacío en un tiempo de $1 / 299\,792\,458$ segundos.

El segundo, en el año 1967, se definió como el tiempo que duran 9 192 631 770 vibraciones de la radiación emitida por el átomo de cesio.

No se ha desarrollado aún un patrón atómico para medir la masa en el Sistema Internacional, pero se tiene una magnitud fundamental relacionada que es la cantidad de sustancia (cantidad de átomos que conforman un cuerpo). La cantidad de sustancia se mide en moles, donde una mol es $6,023 \times 10^{23}$ átomos contenidos en un número de gramos igual a la masa molecular de la sustancia. Por ejemplo, una mol de ^{12}C tiene una masa de 12 gramos y contiene $6,023 \times 10^{23}$ átomos.

La unidad de medida de la temperatura es el Kelvin (K), definido en 1967 como la $1/273,16$ partes de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

La unidad de medida de la corriente es el amperio (A), definido en 1946 como la cantidad de corriente que circulando por dos conductores paralelos separados un metro, produce entre ellos una fuerza de 2×10^{-7} N.

La unidad de medida de la intensidad luminosa es la candela, definida en 1979 como la intensidad luminosa de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz en una dirección dada, y cuya intensidad energética en esa dirección es 1/683 vatios por estereorradián.

Las magnitudes derivadas son aquellas cuya definición está dada en términos de otras magnitudes, por lo que para su medición no se requiere de ningún patrón. Existen muchas magnitudes derivadas pero sólo 7 magnitudes fundamentales.

A partir de las definiciones fundamentales se definen magnitudes derivadas, como el **área** por ejemplo, que medida en m^2 es el producto del largo por el ancho de una superficie (ambos longitudes), o el **volumen**, que medido en m^3 es el producto del largo por el ancho y por el alto de un cuerpo (tres longitudes). No es necesaria la existencia de patrones de área ni de volumen.

Otras magnitudes derivadas son la aceleración, la fuerza, la presión, el volumen, la densidad, etc. Así tenemos por ejemplo, que la densidad de un cuerpo (ρ) está definida como la razón de su masa entre el volumen que ocupa:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad \text{unidades:} \qquad \frac{kg}{m^3}$$

La **tabla 2** mostrada a continuación muestra las dimensiones de algunas magnitudes físicas comunes:

Magnitud	Fórmula	Unidad	Símbolo	Dimensión (*)
Área	$L \times L$	m^2	A	L^2
Volumen	$L \times L \times L$	m^3	V	L^3
Velocidad media	$v_M = \Delta x / t$	m/s		LT^{-1}
Aceleración media	$a_M = \Delta v / \Delta t$	m/s^2		LT^{-2}
Fuerza	$F = m \cdot a$	Newton	F	MLT^{-2}
Trabajo	$W = F \cdot d$	Joule	W	ML^2T^{-2}

Potencia	$P = W / \Delta t$	Watt	P	ML^2T^{-3}
Presión	$p = F / A$	Pascal	p	$ML^{-1}T^{-2}$
Velocidad angular media	$\omega_M = \Delta \theta / \Delta t$	rad/s	ω	T^{-1}
Aceleración angular media	$\alpha_M = \Delta \omega / \Delta t$	rad/s ²	α	T^{-2}
Cantidad de movimiento	$p = m \cdot v$	N.m	p	MLT^{-1}
Carga eléctrica	$q = I \cdot \Delta t$	Coulomb	q	IT
Diferencia de potencial eléctrico	$\Delta V = W / q$	Volt	ΔV	$I^{-1}ML^2T^{-3}$
Resistencia eléctrica	$R = \Delta V / I$	Ohm	Ω	$I^{-2}ML^2T^{-3}$

SISTEMAS DE UNIDADES y EL SISTEMA INTERNACIONAL

Para medir una magnitud física se necesita un sistema de unidades, pero existen muchos sistemas de unidades y la medición de una magnitud puede arrojar diferentes resultados dependiendo del sistema que se use.

El desarrollo de la ciencia, la tecnología, y la economía, obligó a pensar en la creación de un sistema único de medición con características que permitan su fácil operación y unidades acordes con los valores requeridos por las aplicaciones científicas y tecnológicas. Este sistema único, aceptado por la mayoría de países del mundo, es el Sistema Internacional de Unidades (SI) creado en 1960 por la Conferencia General de Pesas y Medidas. El Sistema Internacional de Unidades, abreviado **SI** (en francés, Systeme International d'Unités) es el sistema de unidades más extensamente usado. Junto con el antiguo sistema métrico decimal, que es su antecedente

El SI inicialmente definió seis unidades físicas básicas o fundamentales. En 1971 se añadió la séptima unidad básica, el mol.

El sistema legal de unidades que el Perú es el SLUMP creada por ley 23560 basado en el **SI**, que a través de INDECOPI se encarga de difundir y atender las consultas que se presentan en el sector público y privado.

Las unidades en el SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES se clasifican en:

1. UNIDADES DE BASE
2. UNIDADES DERIVADAS
3. UNIDADES SUPLEMENTARIAS

USO DEL SLUMP

Muchas veces es un poco inconveniente indicar los resultados de una medición usando las unidades principales (unidades de base o unidades derivadas), porque de hacerlo tendríamos números muy grandes o muy pequeños.

Así, el tamaño de una cajita de fósforo, usando metros, sería: 0,05 m x 0,038 m x 0,016 m. Por ello es claro que, si usáramos una unidad mil veces más pequeña que el metro, el milímetro, el mismo resultado sería 50 mm x 38 mm y 16 mm. El milímetro es un submúltiplo del metro.

PREFIJOS SI

El prefijo siempre se escribe junto a la unidad, sin dejar espacio ni tampoco separándolo con punto, guión o cualquier otro signo ortográfico. A continuación, la lista de los prefijos SI:

TABLA III

PREFIJO	SIMBOLO	VALOR	
yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{24}
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000	10^{21}
exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}
peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga	G	1 000 000 000	10^9
mega	M	1 000 000	10^6
kilo	k	1 000	10^3
hecto	h	100	10^2
deca	da	10	10^1
deci	d	0,1	10^{-1}
centi	c	0,01	10^{-2}
mili	m	0,001	10^{-3}
micro	μ	0,000 001	10^{-6}
nano	n	0,000 000 001	10^{-9}
pico	p	0,000 000 000 001	10^{-12}
femto	f	0,000 000 000 000 001	10^{-15}
atto	a	0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}
zepto	z	0,000 000 000 000 000 000 001	10^{-21}
yocto	y	0,000 000 000 000 000 000 000 001	10^{-24}

Tanto los múltiplos como los submúltiplos tienen su propio nombre que consiste en: El prefijo y el número de la unidad

Ejemplo: kilómetro	= km;	kilo	=	prefijo
		metro	=	unidad
microampere	= μ A;	micro	=	prefijo
		ampere	=	unidad

LA REGLA DE LOS MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Dado que la amplitud de las medidas que se pueden expresar con los prefijos es enorme (ver Tabla IV), para evitar recargar la memoria con muchos nombres y el interés de la simplicidad, se ha limitado el número de posibles múltiplos y submúltiplos con nombre propio. Es por ello que solo lo tienen en escalones de mil en mil. Así, tomamos la longitud, los múltiplos preferidos serán:

kilogramo	1 000 m
megámetro	1 000 000 m
gigámetro	1 000 000 000 m
terámetro	1 000 000 000 000 m
petámetro	1 000 000 000 000 000 m
exámetro	1 000 000 000 000 000 000 m

y sus submúltiplos

milímetro	0,001 m
micrómetro	0,000 001 m
nanómetro	0,000 000 001 m
picómetro	0,000 000 000 001 m
femtómetro	0,000 000 000 000 001 m
attómetro	0,000 000 000 000 000 001 m

- Cuando se emplea un prefijo para formar un múltiplo o un submúltiplo, el nombre de este se escribe como una sola palabra.
Ejemplo: kilómetro; kilogramo; kilopascal; microampere
- Los símbolos de los prefijos no se pueden cambiar ni alterar de ninguna forma, ni siquiera agregar la ese (s) para el plural.

Así, milímetro se escribe, mm, no MM ni m.m. ni mms. Si en algún caso, se debiera escribir junto con una expresión toda escrita en letras mayúsculas (título de un capítulo) se debe, sin embargo, escribir en minúscula. Esto se aplica igualmente a todas las otras unidades.

- Al juntar el prefijo al símbolo de la unidad, se forma el símbolo de una nueva unidad.

Ejemplo

Juntar el prefijo kilo (símbolo k) al símbolo m (metro) forma la nueva unidad kilómetro (km)

- No se permite el uso de dobles prefijos. Por consiguiente, no es correcto escribir milimicrómetro (m μ m), milésima parte de un millonésimo de metro; lo correcto es nanómetro (nm)

Como ya hemos expresado, se recomienda el empleo de prefijos que se diferencian entre ellos en peldaños de 1 000. Por consiguiente, se debe dar preferencia a las unidades que se forman con los prefijos: exa, peta, giga, kilo, mili, micro, nano, pico, femto, y atto. Por ello, es preferible escribir:

12 000 m como 12 km
0,003 m como 3 mm

Siguiendo esta directiva, las longitudes hasta 999 mm se aconseja expresarlas en milímetros, evitándose el empleo de cm y dm; longitudes de 999 mm hasta 999 m, en metros y decimal de metro. Para longitudes mayores, se aconseja el kilómetro.

Ejemplos:	25 mm	23 m	5 340 km
	105 mm	25,7 m	10 000 km
	530 mm	453,47	

Esta misma directiva puede aplicarse al gramo, kilogramo y tonelada (recuerde que la tonelada t es el nombre comercial del megagramo Mg y al mililitro, litro y kilolitro).

Ejemplo:	50 g	50 ml	1,5 kg	2 l	1,5 t
	250 g	150 ml	250 kg	25 l	25 kl
	750 g	900 ml	800 kg	120 l	75 kl

Escritura correcta de las unidades y símbolos:

- Cuando se escribe el nombre completo de cualquier unidad, ya sea de base, derivada, múltiplo o submúltiplos, siempre se debe emplear letra minúscula, aun cuando el símbolo que le corresponde se escribe con mayúscula.

Ejemplo: MN meganewton
MPa megapascal
 μ A microampere

Si el nombre está al comienzo de la frase o luego del punto, se emplea letra mayúscula, por regla gramatical.

- Cuando se escribe el símbolo de la unidad:
 - a) Si deriva del nombre propio, se escribe con mayúscula: N(newton); Pa(pascal); A (ampere)
 - b) Si no deriva de nombre propio, se escribe con minúscula: m(metro); cd (candela); l (litro)
- Con excepción de los prefijos exa(E), peta(P), letra(T), giga(G) y mega(M), los símbolos de todos los otros se escriben con letra minúscula.

- El prefijo del múltiplo o del submúltiplo se junta al de la unidad, sin dejar espacio: Km, MΩ, ml.
- Se aconseja no traducir el nombre de la unidad al propio idioma para evitar confusiones, ya que la esencia del SI es ser internacional.
- Los símbolos jamás se deben pluralizar
Ejemplos: 2 kg; 5 kg correcto
 2 kgs; 5 kgs incorrecto
- Los símbolos no se deben usar un punto.
Ejemplos: kg; km/h; mm correcto
 kg.; km./h; m.m incorrecto
- El símbolo se escribe luego del valor numérico completo, dejando un espacio.
Ejemplo: 51 mm; 38,5 g; 2,35 l; 5;85 kg
- Se debe tener siempre presente que cada unidad y cada prefijo tienen un solo símbolo y que este no puede ser alterado de ninguna forma:

Ejemplo:	<u>Correcto</u>	<u>Incorrecto</u>
	5 kg	5 KG; 5kg; 6 KGs
	3 mm	3 MM; 3 m.m.; 3 mms
	2 s	2 seg; 2 segs
	10 cm ³	10 cc

- Todo valor numérico debe expresarse con su unidad, incluso cuando se repite o cuando se especifica la tolerancia.

Ejemplo: 25 kg ± 2,5 kg
de las 15 h a las 18 h
entre 35 mm a 40 mm

EL USO DE LOS PREFIJOS CON LAS UNIDADES SI

Los prefijos se juntan a los símbolos de las unidades del SI para formar múltiplos y submúltiplos. La unidad SI puede ser una unidad de base, una unidad suplementaria o una unidad derivada con nombre propio o con nombre compuesto.

Ejemplo:

- Unidad de base : metro (m)
- múltiplos : kilómetro (km); gigámetro (Gm)
- submúltiplos : milímetro (mm); nanómetro (nm)

- Unidad derivada con nombre particular: watt (W)
 - múltiplo : kilowatt (kW); megawat (MW)
 - submúltiplo : miliwatt (mW); microwatt (μ W)

- Unidad derivada con nombre compuesto: watt por metro Kelvin (W/m K)
 - múltiplo : kilowatt por metro kelvin (kW/m.K)
 - submúltiplo : miliwatt por metro kelvin (mW/m.K)

Los prefijos siempre se juntan al numerador de una unidad compuesta y jamás al denominador.

NOTA:

Es necesario tener presente el caso particular de la unidad kilogramo. Pese a que su nombre incluye el prefijo kilo, el kilogramo y no el gramo es la unidad de base de la masa. No es deseable que ninguna unidad de base contenga un prefijo, pero el nombre del kilogramo se ha enraizado tanto a nivel mundial, en todas las personas, que se ha considerado imposible el cambiar el nombre de esta unidad; es por ello que los múltiplos y submúltiplos de la cantidad física masa se obtiene juntando el prefijo respectivo a la palabra gramo.

UNIDADES QUE PUEDEN SER USADAS CON LAS UNIDADES DEL SI

Hay algunas unidades que no forman parte del SI y que sin embargo, debido a consideraciones de uso muy arraigado en ciertas áreas de las actividades humanas, se permite usar, al menos temporalmente (ver Tabla IV).

Se debe tener presente, sin embargo, que estas unidades no se pueden emplear en reemplazo de las unidades SI respectivas y, particularmente, no se pueden usar al hacer cálculos en los que se involucre unidades del SI.

TABLA IV

CANTIDAD	UNIDAD	SÍMBOLO	COMENTARIO
Intervalo de tiempo	minuto	mín.	Como se viene usando
Intervalo de tiempo	hora	h	Como se viene usando
Intervalo de tiempo	día	d	Como se viene usando
Ángulo plano	grado	°	Como se viene usando
Ángulo plano	minuto	'	Como se viene usando
Ángulo plano	segundo	"	Como se viene usando
Masa	tonelada (métrica)	t	En comercio, reemplaza al Mg
Energía	electronvolt	eV	Solo en Física Nuclear
Masa	unidad de masa atómica	u	Solo en Física
Longitud	unidad astronómica	UA	Solo en Astronomía
Longitud	pársec	pc	Solo en Astronomía
Longitud	milla (náutica)		Solo en navegación marítima y aérea
Velocidad	kilómetro por hora	km/h	Solo para tráfico carretera
Velocidad	nudo		Solo en navegación marítima y aérea
Superficie	hectárea	ha	Solo en terrenos
Temperatura e intervalo de temperatura	grado celsius	°C	Solo cuando el kelvin no es imprescindible
Frecuencia de rotación	revoluciones por minuto	r/min(rpm)	En motores