

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

MAGNITUDES Y SISTEMAS DE UNIDADES. ANÁLISIS DIMENSIONAL. PROCESO DE MEDIDA Y TEORÍA DE ERRORES.

Manuel Carlevaro

Universidad de Navarra • 2024

- ▶ Recordar el concepto de medición y unidad de medida.
- ▶ Repasar las diferentes magnitudes básicas, sus unidades, múltiplos y submúltiplos.
- ▶ Repasar las reglas para conversión de unidades.
- ▶ Aprender a representar la incertidumbre de una medida.

Definición : Magnitud o cantidad física.

Una **magnitud** o **cantidad física** es una propiedad de un sistema físico que puede ser **cuantificada** por medio de una medición o de una relación de medidas.

Se expresa como un **valor**, que es una multiplicación de un **valor numérico** y una **unidad de medición**.

Definición : Magnitud o cantidad física.

Una **magnitud** o **cantidad física** es una propiedad de un sistema físico que puede ser **cuantificada** por medio de una medición o de una relación de medidas.

Se expresa como un **valor**, que es una multiplicación de un **valor numérico** y una **unidad de medición**.

Ejemplo : Masa de un cuerpo.

$$M = \underbrace{94.5}_{\text{valor numérico}} \times \underbrace{\text{kg}}_{\text{unidad de medición}} = 94.5 \text{ kg}$$

Magnitudes básicas:

- ▶ Longitud (altura, distancia, profundidad, diámetro, perímetro, ...)
- ▶ Masa (inercia)
- ▶ Tiempo (duración, retraso, ...)

Magnitudes derivadas:

- ▶ Velocidad, aceleración
- ▶ Area, volumen
- ▶ Fuerza

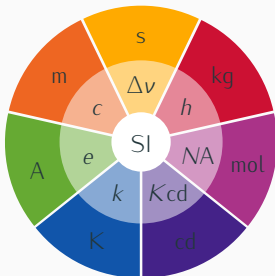
Ejemplo : Mediciones.

- ▶ La **longitud** de la mesa mide igual que el diámetro de 8 platos.
- ▶ El **tiempo** para caminar de Pamplona a Madrid es igual a 3.1 veces el tiempo que la tierra tarda en dar una vuelta sobre su eje.
- ▶ La **masa** de la manzana es 0.5 veces la de un vaso de leche.

Ejemplo : Mediciones.

- ▶ La **longitud** de la mesa mide igual que el diámetro de 8 platos.
- ▶ El **tiempo** para caminar de Pamplona a Madrid es igual a 3.1 veces el tiempo que la tierra tarda en dar una vuelta sobre su eje.
- ▶ La **masa** de la manzana es 0.5 veces la de un vaso de leche.

Sistema Internacional (SI)



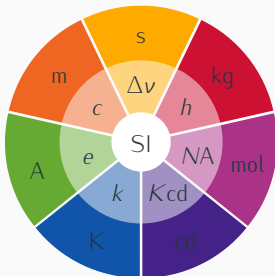
Algunas unidades básicas:

- ▶ Tiempo [t] → **segundo** (s): 9 192 631 770 veces el período de la microonda necesaria para excitar los átomos de cesio.
- ▶ Longitud [l] → **metro** (m): distancia que recorre la luz en el vacío en 1/299 792 458 segundos].
- ▶ Masa [m] → **kilogramo** (kg): se fija la constante de Plank: $h = 6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2/\text{s}^{-1}$.

Ejemplo : Mediciones.

- ▶ La **longitud** de la mesa mide igual que el diámetro de 8 platos.
- ▶ El **tiempo** para caminar de Pamplona a Madrid es igual a 3.1 veces el tiempo que la tierra tarda en dar una vuelta sobre su eje.
- ▶ La **masa** de la manzana es 0.5 veces la de un vaso de leche.

Sistema Internacional (SI)



Fuente: [Wikimedia Commons](#)

Ejemplo : Mediciones SI.

- ▶ La longitud de la mesa mide 1.6 m.
- ▶ El tiempo para caminar de Pamplona a Madrid es de 273 600 s.
- ▶ La masa de la manzana es de 0.1 kg.

Prefijo	Símbolo	Exponente	Prefijo	Símbolo	Potencia
quecto	q	10^{-30}	deca	da	10^1
ronto	r	10^{-27}	hecto	h	10^2
yocto	y	10^{-24}	kilo	k	10^3
zepto	z	10^{-21}	mega	M	10^6
atto	a	10^{-18}	giga	G	10^9
femto	f	10^{-15}	tera	T	10^{12}
pico	p	10^{-12}	peta	P	10^{15}
nano	n	10^{-9}	exa	E	10^{18}
micro	μ	10^{-6}	zetta	Z	10^{21}
mili	m	10^{-3}	yotta	Y	10^{24}
centi	c	10^{-2}	ronna	R	10^{27}
deci	d	10^{-1}	quetta	Q	10^{30}

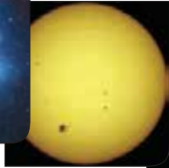


El gramo (g) no se considera una unidad fundamental de masa, pero se usa para definir los múltiplos y submúltiplos de masa.

EJEMPLOS DE ESCALAS



a) 10^{26} m
Límite del
Universo
observable



b) 10^{11} m
Distancia
del Sol



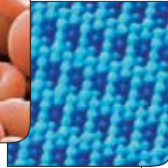
c) 10^7 m
Diámetro
de la Tierra



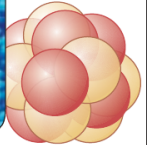
d) 1 m
Dimensión
humana



e) 10^{-5} m
Diámetro de un
glóbulo rojo



f) 10^{-10} m
Radio de un
átomo



g) 10^{-14} m
Radio de un
núcleo atómico

Masa:

- ▶ 1 μg : partícula pequeña de polvo
- ▶ 1 mg: grano de sal
- ▶ 1 g: sujetador de papeles

Tiempo:

- ▶ 1 ns: tiempo en que la luz recorre 0.3 m
- ▶ 1 μs : tiempo en que la ISS recorre 7.7 mm
- ▶ 1 ms: tiempo en que el sonido recorre 0.35 m

- ▶ Las unidades en que se mide una magnitud son más importantes que el número específico. Si el resultado correcto es 3.5 cm y por un error obtuve 8.3 cm es mucho mejor que si obtengo 3.5 kg , 3.5 dm o 3.5 .
- ▶ Una cantidad específica puede representarse con un símbolo algebraico (por ejemplo, una letra en itálica) (a , h , x , t , ϕ , etc). Esta letra representa al número y la unidad juntos. Las unidades no van en itálica.
- ▶ Las ecuaciones deben ser **consistentes** en sus unidades. Sólo pueden sumarse, restarse o compararse cantidades con unidades iguales (metros con metros, etc).
- ▶ Si debo sumar, restar o comparar cantidades que están expresadas en diferentes múltiplos o submúltiplos de una misma unidad fundamental puedo hacer **conversión** de unidades.
- ▶ Los símbolos de las unidades se operan en forma algebraica como una cantidad cualquiera.

- ▶ Convertir primero todas las unidades en SI (m, kg, s, etc.).
- ▶ Hacer las operaciones.
- ▶ Convertir el resultado a las unidades deseadas.
- ▶ Para convertir unidades se puede multiplicar y dividir por la misma cantidad expresada en dos múltiplos (o submúltiplos) diferentes: $\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$, $\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$, $\frac{1 \text{ kg}}{1\,000\,000 \mu\text{g}}$, ...
- ▶ Verificar la consistencia de las unidades de un resultado.

Ejemplo : Conversión de unidades de rapidez.

La Estación Espacial Internacional (ISS) orbita la Tierra a una altura de aproximadamente 420 km a una velocidad de 27 600 km/h. Expresar esa rapidez en m/s.

Ejemplo : Conversión de unidades de rapidez.

La Estación Espacial Internacional (ISS) orbita la Tierra a una altura de aproximadamente 420 km a una velocidad de 27 600 km/h. Expresar esa rapidez en m/s.

$$27\,600 \text{ km/h} = 27\,600 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \left(10^3 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{km}}} \right) \left(\frac{\cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} \right) = 7666.666 \text{ m/s}$$

Ejemplo : Conversión de unidades de rapidez.

La Estación Espacial Internacional (ISS) orbita la Tierra a una altura de aproximadamente 420 km a una velocidad de 27 600 km/h. Expresar esa rapidez en m/s.

$$27\,600 \text{ km/h} = 27\,600 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \left(10^3 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{km}}} \right) \left(\frac{\cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} \right) = 7666.666 \text{ m/s}$$

Ejemplo : Conversión de unidades de volumen.

El diamante tallado más grande del mundo es la Primera Estrella de África (montado en el cetro real británico y guardado en la Torre de Londres). Su volumen es de 1.84 pulgadas cúbicas. ¿Cuál será su volumen en centímetros cúbicos? (1 pulgada = 2.54 cm.)

Ejemplo : Conversión de unidades de rapidez.

La Estación Espacial Internacional (ISS) orbita la Tierra a una altura de aproximadamente 420 km a una velocidad de 27 600 km/h. Expresar esa rapidez en m/s.

$$27\,600 \text{ km/h} = 27\,600 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \left(10^3 \frac{\text{m}}{\cancel{\text{km}}} \right) \left(\frac{\cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} \right) = 7666.666 \text{ m/s}$$

Ejemplo : Conversión de unidades de volumen.

El diamante tallado más grande del mundo es la Primera Estrella de África (montado en el cetro real británico y guardado en la Torre de Londres). Su volumen es de 1.84 pulgadas cúbicas. ¿Cuál será su volumen en centímetros cúbicos? (1 pulgada = 2.54 cm.)

$$1.84 \text{ in}^3 = (1.84 \text{ in}^3) \left(\frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \right)^3 = (1.84)(2.54)^3 \frac{\text{in}^3 \text{cm}^3}{\text{in}^3} = 30.2 \text{ cm}^3$$

- ▶ Las cantidades físicas no se pueden medir con exactitud infinita. Hay **incertidumbre** o **error**.
- ▶ La incertidumbre se puede expresar como $(3.5 \pm 0.2) \text{ m}$ o en forma más compacta $3.5(2) \text{ m}$.
- ▶ También se puede usar el error porcentual como $3.5 \text{ m} \pm 2.9 \%$.
- ▶ Si no hay un error indicado se entiende que la última cifra significativa representa el error: 3.5 m significa $3.5(1) \text{ m}$, 3.50 m significa $3.50(1) \text{ m}$ y 347 kg significa $347(1) \text{ kg}$.
- ▶ 300 m significa ¿?

- ▶ Notación científica: $300 = 3 \times 10^2$ y $0.03 = 3 \times 10^{-2}$.
- ▶ $3.00 \times 10^2 \text{ m}$ significa $(300 \pm 1) \text{ m}$ o $300(1) \text{ m}$.
- ▶ $3.0 \times 10^2 \text{ m}$ significa $(300 \pm 10) \text{ m}$ o $300(10) \text{ m}$.
- ▶ $3 \times 10^2 \text{ m}$ significa $(300 \pm 100) \text{ m}$ o $300(100) \text{ m}$.
- ▶ $3.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ significa $(0.030 \pm 0.001) \text{ m}$.
- ▶ $3 \times 10^{-2} \text{ m}$ significa $(0.03 \pm 0.01) \text{ m}$.

Operaciones

- ▶ \times y \div : la menor cantidad de cifras significativas.
- ▶ $+$ y $-$: la mayor incertidumbre.

Operación matemática	Cifras significativas en el resultado
Multiplicación o división	<p>No más que el número que tiene menos cifras significativas</p> <p><i>Ejemplo:</i> $0.745 \times 2.2 / 3.885 = 0.42$ (no 0.421 879 021 9)</p> <p><i>Ejemplo:</i> $1.325\,78 \times 10^7 \times 4.11 \times 10^{-3} = 5.45 \times 10^4$</p>
Suma o resta	<p>Lo determina el número con mayor incertidumbre (es decir, el menor número de dígitos a la derecha del punto decimal)</p> <p><i>Ejemplo:</i> $27.153 + 138.2 - 11.74 = 153.6$ (no 153.613)</p>



No dar un resultado con más cifras significativas que los datos con que fue calculado.



Actividad 1