

Magnitudes y medidas

1. Atributos mensurables de los objetos físicos y matemáticos

Mensurable es algo que se puede **medir**, y para medir ese algo es necesario **compararlo** con una **cantidad** de su misma naturaleza, que llamamos **unidad de medida**. De esa manera podemos determinar a **cuántas unidades de medida equivale**.

Pero, **no todo es mensurable**. Por ejemplo, el **amor** o la **belleza** no lo son. Podemos hacer una valoración cualitativa y subjetiva de los sentimientos y de la calidad artística de un objeto, pero no cuantitativa y objetiva.

Los **atributos mensurables de objetos físicos y matemáticos** son **características o propiedades** que se pueden **medir o cuantificar**. Estos atributos proporcionan **información cuantitativa** sobre los objetos y son fundamentales para el **estudio y análisis de fenómenos físicos y matemáticos**.

Ejemplos de atributos mensurables de objetos físicos:

1. **Longitud:** La medida de la extensión de un objeto en una dirección específica.
2. **Masa:** La medida de la cantidad de materia en un objeto.
3. **Volumen:** La medida del espacio ocupado por un objeto.
4. **Temperatura:** La medida del nivel de calor o frío de un objeto.
5. **Tiempo:** La medida de la duración o secuencia de eventos.
6. **Velocidad:** La medida de la tasa de cambio de posición de un objeto.
7. **Presión:** La medida de la fuerza ejercida sobre una unidad de área.
8. **Densidad:** La medida de la masa por unidad de volumen de un objeto.
9. **Energía:** La medida de la capacidad de un objeto para realizar trabajo o producir calor.
10. **Intensidad luminosa:** La medida de la cantidad de luz emitida o recibida por un objeto.

Ejemplos de atributos mensurables en objetos matemáticos:

1. **Números:** La medida de una cantidad o magnitud particular.
2. **Ángulos:** La medida de la abertura entre dos líneas o superficies que se encuentran en un punto común.
3. **Área:** La medida de la cantidad de espacio bidimensional ocupado por una figura.
4. **Volumen:** La medida de la cantidad de espacio tridimensional ocupado por un objeto.
5. **Distancia:** La medida de la separación entre dos puntos en un espacio.
6. **Probabilidad:** La medida de la posibilidad de que ocurra un evento en un espacio de probabilidad dado.
7. **Valor numérico de una función:** La medida del resultado de una función matemática para un valor dado.
8. **Coeficientes de una ecuación:** Las medidas de las constantes o variables en una ecuación matemática.

1.1. Reconocimiento de los atributos mensurables de los objetos físicos y matemáticos

El reconocimiento se refiere a la capacidad de identificar y distinguir los diferentes atributos mensurables de los objetos físicos y matemáticos.

En el caso de los **objetos físicos**, el reconocimiento de los atributos mensurables puede implicar la **observación directa** de sus características o la utilización de **técnicas de detección**, como la utilización de **sensores** o **instrumentos específicos**.

En el caso de los **objetos matemáticos**, el reconocimiento de los atributos mensurables implica la **comprensión y aplicación de los conceptos matemáticos** pertinentes para **identificar y clasificar** los objetos matemáticos en función de sus **propiedades y relaciones**.

Ejemplos de reconocimiento de atributos mensurables de objetos físicos:

1. **Reconocimiento de colores:** se puede lograr utilizando técnicas de procesamiento de imágenes. Se pueden aplicar algoritmos que analizan los valores de los píxeles en una imagen para determinar la presencia y la distribución de diferentes colores. Esto se utiliza ampliamente en aplicaciones como la clasificación de productos en líneas de producción, la detección de objetos en imágenes médicas y la identificación de colores en aplicaciones de diseño.
2. **Reconocimiento de formas:** implica identificar y clasificar diferentes objetos geométricos presentes en una imagen o en el entorno físico. Se pueden utilizar algoritmos que analizan las características geométricas de los objetos, como la cantidad de lados, las longitudes de los lados y los ángulos, para determinar la forma correspondiente. Esto se aplica en áreas como la robótica, la visión por computadora y la detección de objetos en sistemas de seguridad.
3. **Reconocimiento de caracteres:** se refiere a la capacidad de identificar y convertir caracteres impresos o escritos a mano en texto digital. Se utilizan algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático para analizar la forma y las características de los caracteres y reconocerlos. Esto se aplica en aplicaciones como la digitalización de documentos, el reconocimiento de matrículas de vehículos y la lectura de códigos de barras.

Ejemplos de reconocimiento de atributos mensurables de objetos físicos:

1. **Reconocimiento de formas geométricas:** se refiere a la capacidad de identificar y clasificar diferentes figuras geométricas, como triángulos, cuadrados, rectángulos y círculos. Esto se aplica en problemas de geometría, diseño gráfico y reconocimiento de patrones.
2. **Reconocimiento de propiedades algebraicas:** implica analizar las características de una ecuación o expresión matemática, como su grado, coeficientes, raíces o puntos críticos. Esto se aplica en áreas como el álgebra, el análisis de funciones y la resolución de ecuaciones.
3. **Reconocimiento de funciones:** implica identificar el tipo de función matemática a partir de su representación gráfica o de una descripción verbal. Esto se aplica en áreas como el cálculo, el análisis de datos y la modelización matemática.

1.2. Investigación de los atributos mensurables de los objetos físicos y matemáticos

La **investigación** implica el **estudio sistemático** y la **exploración** de los atributos mensurables de los objetos físicos y matemáticos para comprender sus **propiedades, comportamientos y relaciones**.

En el **ámbito físico**, la investigación puede implicar **experimentos, análisis de datos, simulaciones y modelos teóricos** para obtener un conocimiento más profundo sobre los objetos físicos y cómo interactúan entre sí.

En el **ámbito matemático**, la investigación implica **explorar las propiedades y relaciones** de los objetos matemáticos utilizando **métodos lógicos y razonamiento deductivo**. Los matemáticos investigan **teoremas, propiedades y patrones matemáticos**, y buscan **demostraciones formales** para respaldar sus conclusiones.

Ejemplos de investigación de atributos mensurables de objetos físicos:

1. **Investigar la resistencia y propiedades mecánicas de diferentes materiales**, como metales, polímeros o cerámicas. Se miden atributos mensurables como la resistencia a la tracción, la dureza, la tenacidad y la conductividad térmica.
2. **Investigar las propiedades eléctricas de materiales**, como la conductividad eléctrica, la resistividad y la capacidad dieléctrica. Se miden atributos mensurables como la resistencia eléctrica, la corriente eléctrica y la capacitancia.
3. **Investigar las propiedades térmicas de materiales**, como la conductividad térmica, la capacidad calorífica y la expansión térmica. Se miden atributos mensurables como la conductividad térmica, la temperatura y el cambio de volumen con la temperatura.

Ejemplos de investigación de atributos mensurables de objetos matemáticos:

1. **Investigar las propiedades de figuras geométricas**, como triángulos, cuadriláteros y polígonos regulares. Se miden atributos mensurables como longitudes de lados, ángulos, áreas y perímetros.
2. **Investigar las propiedades algebraicas de ecuaciones o expresiones matemáticas**, como su grado, coeficientes, raíces y soluciones. Se miden atributos mensurables como los valores de las variables, los coeficientes numéricos y las soluciones numéricas.
3. **Investigar las propiedades estadísticas de conjuntos de datos**, como la media, la desviación estándar, la correlación y la distribución de probabilidad. Se miden atributos mensurables como los valores numéricos de los datos, las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

1.3. Relación entre los objetos físicos y matemáticos

Existe una estrecha **relación** entre los objetos físicos y matemáticos. Las **leyes y principios matemáticos** se aplican para **describir y predecir** el comportamiento de los objetos físicos en el mundo real.

La física, por ejemplo, utiliza conceptos matemáticos como ecuaciones diferenciales, cálculo vectorial y álgebra lineal para modelar y comprender fenómenos naturales.

2. Magnitud y medida

Llamamos **magnitud** a cualquier **atributo mensurable**, ya sea físico o matemático. Es decir, cualquier **característica o propiedad** de se pueda **medir o cuantificar**.

Ejemplos de magnitudes: longitud, masa, tiempo, ángulo, área, volumen.

Las **magnitudes** se pueden **medir o enumerar**. **Medir** una magnitud es **compararla** con una cantidad de su misma naturaleza, que llamamos **medida**, para ver **cuántas veces** la contiene. **Enumerar** una magnitud consiste en **contar** cuántas unidades contiene.

2.1. Clasificación de las magnitudes

Las magnitudes físicas pueden ser clasificadas:

- Según su dependencia de la cantidad de materia, en **extensivas e intensivas**.
- Según su expresión matemática, en **escalares o vectoriales**.
- Según que sus cantidades puedan dividirse hasta el infinito o no, en **continuas o discretas**.

2.1.1. Magnitudes extensivas e intensivas

Magnitud extensiva. Es una magnitud que **depende de la cantidad de sustancia** que tiene el cuerpo o sistema. Las magnitudes extensivas son **aditivas**.

Ejemplos: la **masa** y el **volumen** de un cuerpo o sistema, la **energía** de un sistema termodinámico, etc.

Magnitud intensiva. Es aquella cuyo valor **no depende de la cantidad de materia del sistema**. Las magnitudes intensivas tienen el **mismo valor** para un sistema que para cada una de sus partes.

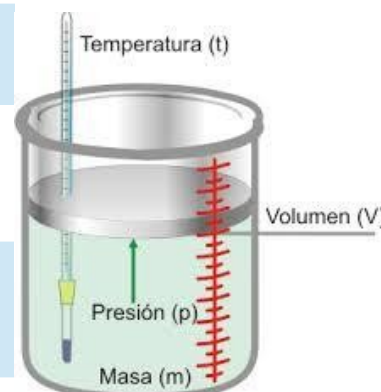


Figura 1: Magnitudes extensivas e intensivas

Ejemplos: la **densidad**, la **temperatura** y la **presión** de un sistema termodinámico en equilibrio.

2.1.2. Magnitudes escalares y vectoriales

Magnitud escalar. Decimos que una **magnitud** es **escalar** cuando para determinar su valor basta con indicar un **número** con su correspondiente **unidad de medida**.

Ejemplos: la **longitud** de una mesa es de 1,5 m; la **temperatura** de la habitación es de 20 °C.

Magnitud vectorial. Una **magnitud** es **vectorial** cuando para determinar su valor es necesario conocer su **módulo**, su **dirección** y su **sentido** (Fig. 2).

- El **módulo** es su **tamaño** y se expresa con un **número** acompañado de la **unidad de medida** correspondiente.

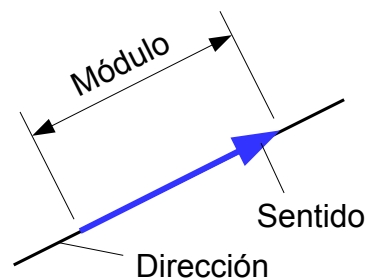


Figura 2: Representación gráfica de un vector

- La **dirección** viene dada por un **recta**, ya sea en el plano o en el espacio. Es lo que se denomina **recta de acción** de la magnitud vectorial.
- El **sentido** nos indica, dentro de la dirección, hacia dónde **apunta** la magnitud.

Toda **magnitud vectorial** está asociada a un ente matemático llamado **vector**, cuya representación gráfica es un **segmento orientado** (Fig. 2). Su **longitud** es proporcional al **módulo** de la magnitud que representa y su **orientación** implica una **dirección** y un **sentido**.

Ejemplos de magnitudes vectoriales: fuerza, velocidad, desplazamiento, aceleración.

2.1.3. Magnitudes continuas y discretas

Magnitud continua. Una magnitud es continua si se presenta en cantidades que puede tomar **infinitos valores** dentro de cualquier **intervalo finito**. Si la magnitud es continua, su cantidad se determina por el método llamado **medición**. El método de medición consiste en compararla con otra de su misma especie que se toma como **unidad de medida**.

Ejemplos: longitud, masa, tiempo.

Magnitud discreta. Una magnitud es discreta si solo puede tomar un **número finito de valores** dentro de cualquier **intervalo finito**. Si la magnitud es discreta, su cantidad se determina por el método llamado **enumeración**. El método de enumeración consiste en **contar** cuántas **cantidades unidad** contiene.

Ejemplos: número de personas, número de elementos, edad.

2.2. Expresión de una medida

Una **magnitud** es un concepto **abstracto**, mientras que una **medida** representa una **cantidad concreta** de esa magnitud.

Toda **medida** se compone de dos partes: el **valor de la medida** y la **unidad de medida**.

Ejemplo: una mesa mide **1,5 m** de largo. **1,5** representa el valor de la medida y **m** (metros) la unidad de medida.

Si cambia la unidad de medida, cambia el valor de la medida.

Ejemplo: $1,5 \text{ m} = 1.500 \text{ mm}$.

Para **obtener el nuevo valor de una medida al cambiar a otra unidad de medida**, se utiliza un **factor de conversión**, que es el **cociente entre dos medidas iguales**, pero expresadas en **distintas unidades**.

Ejemplo: para convertir una velocidad de 100 km/h a m/s, debemos saber que $1 \text{ km} = 1.000 \text{ m}$ y que $1 \text{ h} = 3.600 \text{ s}$. Entonces, multiplicaremos la medida inicial por los factores de conversión necesarios para que se eliminen las unidades iniciales (km/h) y nos queden la unidades finales (m/s).

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 100 \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = \frac{100}{3,6} \text{ m/s} = 27,78 \text{ m/s}$$

3. Breve historia de los sistemas de medidas

La historia de las medidas se remonta a miles de años atrás, cuando los seres humanos comenzaron a desarrollar sistemas de medición para cuantificar y comparar diferentes magnitudes. A lo largo de la historia, diversas civilizaciones han creado sistemas de medidas adaptados a sus necesidades y contextos culturales. A continuación, se presenta un resumen de los hitos importantes en la historia de las medidas:

Antigüedad:

- **Mesopotamia:** La civilización mesopotámica desarrolló uno de los primeros sistemas de medidas conocidos, basado en la utilización de unidades de longitud y capacidad.
- **Antiguo Egipto:** Los antiguos egipcios crearon un sistema de medidas que incluía el codo real (unidad de longitud), así como unidades para medir el grano, el líquido y el tiempo.
- **Antigua Grecia:** Los griegos utilizaron una variedad de sistemas de medidas, incluyendo la medida del pie, el estadio y el codo, así como unidades para medir el peso y el tiempo.

Edad Media:

- **Sistema Romano:** El Imperio Romano desarrolló un sistema de medidas ampliamente utilizado en Europa occidental, que incluía unidades de longitud (pulgadas, pies, millas), capacidad (onza, galón) y peso (libra).
- **Sistema Árabe:** Durante la Edad Media, los matemáticos árabes realizaron contribuciones significativas al campo de las medidas, introduciendo conceptos como el álgebra y el sistema de numeración decimal.

Renacimiento y Edad Moderna:

- **Sistema Métrico Decimal:** El sistema métrico decimal fue desarrollado durante la Revolución Francesa en el siglo XVIII. Fue concebido como un sistema de medidas universal y basado en múltiplos de diez. Introdujo unidades como el metro para la longitud, el kilogramo para el peso y el litro para la capacidad. Fue adoptado por muchos países debido a su simplicidad y facilidad de uso.
- **Sistema Imperial:** El sistema imperial, también conocido como sistema anglosajón, se desarrolló en Gran Bretaña y se utilizó principalmente en los países de habla inglesa. Incluía unidades como la pulgada, el pie, la yarda y la libra.

Siglo XX y actualidad:

- **Sistema Internacional de Unidades (SI):** El Sistema Internacional de Unidades es el sistema de medidas más utilizado en todo el mundo en la actualidad. Es una evolución del Sistema Métrico Decimal. Fue establecido en 1960 y se basa en siete unidades base: kilogramo, segundo, kelvin, amperio, candela y mol. El SI busca proporcionar una base científica y uniforme para las mediciones en todos los campos de la ciencia y la tecnología.

Además de estos sistemas de medidas, a lo largo de la historia también se han desarrollado sistemas específicos para áreas como la astronomía, la química, la electricidad y la informática, entre otros.

4. Sistema internacional de unidades (SI)

El SI se creó en 1960 por la 11.^a Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), durante la cual inicialmente se reconocieron seis unidades físicas básicas (las actuales excepto el mol). El mol se añadió en 1971. Se trata de la **versión moderna del sistema métrico decimal**, por lo que el SI también es conocido de forma genérica como **sistema métrico**. Es el sistema de unidades vigente en casi todos los países del mundo.

Es un sistema constituido por siete **unidades básicas**: metro, kilogramo, segundo, kelvin, amperio, mol y candela, que definen las correspondientes **magnitudes físicas fundamentales**. Estas unidades básicas se complementan con dos unidades más, denominadas **suplementarias**, que se utilizan para la medición de ángulos: el **radián** y el **estereorradián**. Por combinación de las unidades básicas se obtienen las demás unidades, denominadas **unidades derivadas**, y que permiten definir cualquier magnitud física.

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

Una de las **características del SI** es que actualmente sus unidades se basan en **fenómenos físicos fundamentales**. Por eso, unidades como el metro o el kilogramo, que se han definido hasta hace poco mediante **patrones físicos**, desde la 26.^a Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), de 2018, se definen tomando como referencia **constantes físicas universales**, como la carga del electrón, la velocidad de la luz en el vacío, o el número de Avogadro ([Video](#)).

Otra **característica del SI** es que las **unidades de una misma magnitud** se relacionan entre sí mediante **potencias de 10**, por eso se dice que es un sistema **decimal**.

Múltiplos y submúltiplos de las unidades del SI							
Prefijo	Símbolo	10 ⁿ	Valor extendido	Prefijo	Símbolo	10 ⁿ	Valor extendido
tera	T	10 ¹²	1.000.000.000.000	deci	d	10 ⁻¹	0,1
giga	G	10 ⁹	1.000.000.000	centi	c	10 ⁻²	0,01
mega	M	10 ⁶	1.000.000	mili	m	10 ⁻³	0,001
kilo	k	10 ³	1.000	micro	μ	10 ⁻⁶	0,000001
hecto	h	10 ²	100	nano	n	10 ⁻⁹	0,000000001
deca	da	10 ¹	10	pico	p	10 ⁻¹²	0,000000000001

Las **unidades derivadas** del SI pueden obtenerse a partir de las **unidades básicas**, lo cual no impide que puedan tener **nombres propios**. Por ejemplo:

N (newton) = $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$; Pa (pascal) = $\text{N}/\text{m}^2 = \text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$; J (julio) = $\text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$.

5. Magnitudes básicas del SI

Dada su importancia, vamos a estudiar algunas magnitudes básicas del SI.

5.1. Longitud

La longitud es una magnitud asociada al tamaño de las cosas, a la distancia recorrida por un móvil a lo largo de una trayectoria, o a la distancia entre dos puntos del plano o del espacio.

La **unidad de fundamental de longitud** es el **metro (m)**. Para expresar medidas mayores o menores se usan múltiplos y submúltiplos, respectivamente. Para **dos unidades consecutivas**, la **mayor es 10 veces la inferior**. Por tanto, para **pasar de una unidad mayor a otra menor multiplicaremos por 10^n** , siendo **n el número de saltos entre ambas unidades**. Por el contrario, para **pasar de una unidad menor a otra mayor dividiremos por 10^n** .

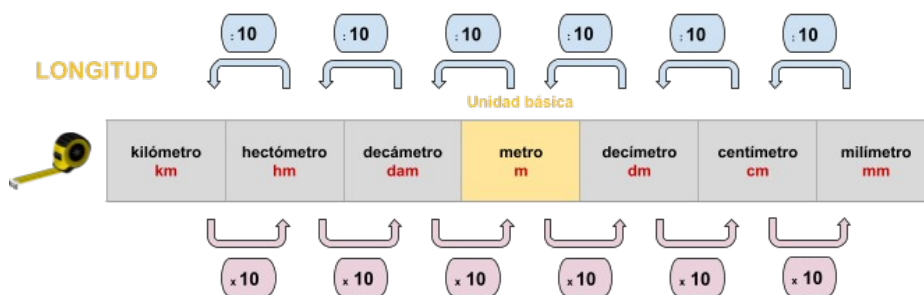


Figura 3: Unidades de longitud.

Ejemplo 1. Realiza las siguientes conversiones de unidades de longitud: a) **3.584 cm a dam**; b) **2,623 hm a dm**; c) **5,791 dam a mm**.

a) De cm a dam hay 3 saltos, siendo cm menor que dam. Por tanto, hay que dividir por 10^3 :

$$3.584 \text{ cm} = \frac{3.584}{1.000} \text{ dam} = 3,584 \text{ dam}$$

b) De hm a dm hay 3 saltos, siendo hm mayor que dm. Por tanto, hay que multiplicar por 10^3 :

$$2,623 \text{ hm} = 2,623 \cdot 1.000 \text{ dm} = 2.623 \text{ dm}$$

c) De dam a mm hay 4 saltos, siendo dam mayor que mm. Por tanto, hay que multiplicar por 10^4 :

$$5,791 \text{ dam} = 5,791 \cdot 10.000 \text{ mm} = 57.910 \text{ mm}$$

Ejemplos de instrumentos para medir longitudes:

			
Regla graduada	Flexómetro	Calibre	Odómetro

5.2. Masa

La masa es la cantidad de materia de un objeto y es una magnitud asociada al peso, ya que éste no es otra cosa que la fuerza gravitatoria actuando sobre la masa.

La **unidad fundamental de masa** es el **kilogramo (kg)**. Entre el kilogramo y el miligramo las unidades varían de 10 en 10, como en el caso de longitud y sus conversiones se realizan de la misma forma, teniendo en cuenta el número de saltos entre la unidad inicial y final.

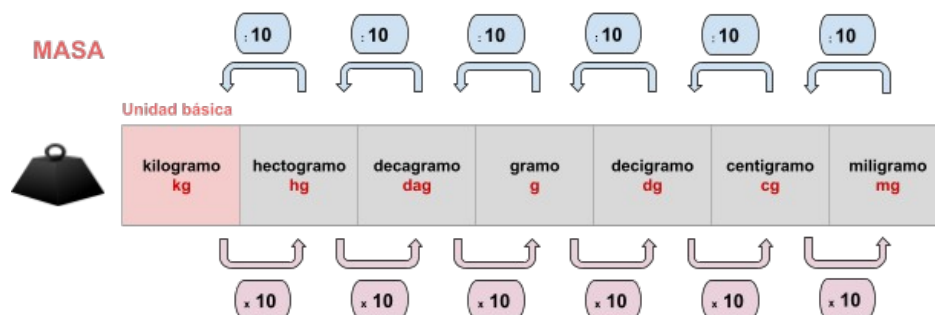


Figura 4: Unidades de masa

Ejemplo: $8,19 \text{ hg} = 8,19 \cdot 1.000 \text{ dg} = 8.190 \text{ dg}$

Ejemplos de instrumentos para medir la masa a través del peso:

			
Báscula de baño	Peso de cocina	Dinamómetro	Báscula de camiones

5.3. Tiempo

El tiempo es una magnitud con la que medimos la duración o separación de los acontecimientos, y nos permite ordenar los sucesos en secuencias. Está asociada a magnitudes como la velocidad y la aceleración.

La **unidad fundamental de tiempo** es el **segundo (s)**. Como unidades mayores tenemos: 1 min = 60 s y 1 h = 60 min, que no responden a un sistema decimal. Sin embargo, las unidades menores más habituales sí. Para pasar de unas unidades a otras se multiplica o se divide por 60, o por 10 tantas veces como saltos haya entre las unidades.

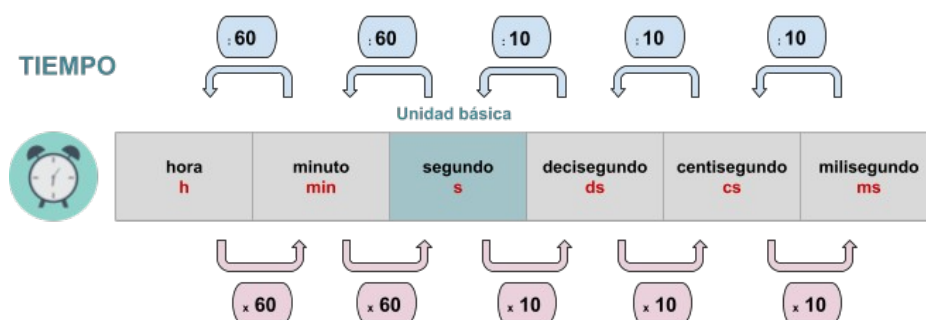


Figura 5: Unidades de tiempo

Ejemplo 2. Realiza las siguientes conversiones de unidades de tiempo: a) 3.5 h a s; b) 2.623 ms a min; c) 5,791 h a h min s; d) de 2 h 40 min 30 s a h.

a) $3,5 \text{ h} = 3,5 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 12.600 \text{ s}$

b) $2.623 \text{ ms} = \frac{2.623}{10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 60} \text{ min} = 0,0437 \text{ min}$

c) Consiste en pasar de forma incompleja a forma compleja. Para ello, multiplicamos la parte decimal de las horas por 60 para obtener los minutos. Después multiplicamos la parte decimal de los minutos por 60 para obtener los segundos, redondeando el resultado si es necesario:

$$5,791 \text{ h} = 5 \text{ h } 0,791 \text{ min} = 5 \text{ h } 0,791 \cdot 60 \text{ min s} = 5 \text{ h } 47,46 \text{ min} = 5 \text{ h } 47 \text{ min } 0,46 \cdot 60 \text{ s} \\ = 5 \text{ h } 47 \text{ min } 28 \text{ s}$$

d) Consiste en pasar de forma compleja a forma incompleja. Para ello, dividimos por 60 los minutos y por 3.600 los segundos, para pasarlos a horas:

$$2 \text{ h } 40 \text{ min } 30 \text{ s} = 2 \text{ h} + \frac{40}{60} \text{ h} + \frac{30}{60 \cdot 60} \text{ h} = 2,675 \text{ h}$$

Para medir el tiempo utilizamos **relojes** y **cronómetros** de diferentes tipos, incluidos los teléfonos inteligentes.

5.4. Temperatura

Los átomos y las moléculas que constituyen la materia no están en reposo, sino en continua agitación. La **temperatura** es una medida de esa **agitación**. Cuando dos cuerpos que están a **diferente temperatura** se ponen en contacto, se produce una transferencia de energía térmica en forma de **calor** desde el que tiene mayor temperatura al que la tiene menor, hasta que se alcanza el **equilibrio térmico**.

La **unidad fundamental de temperatura** es el **kelvin (K)**. Se basa en la escala termométrica ideada en 1848 por **William Thomson** (conocido como **lord Kelvin**). Esta escala no tiene valores negativos, siendo el valor 0 el llamado **cero absoluto**, ya que es la temperatura más baja que puede alcanzarse, de acuerdo con los principios de la termodinámica. Esta temperatura de 0 K equivale a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la escala **Celsius** (centígrada). En el sistema imperial (anglosajón) se utiliza la escala **Fahrenheit**, siendo su unidad el grado Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$).

Estas **escalas termométricas** se definen de la siguiente manera:

- **Escala Celsius o centígrada:** Fija el valor de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la fusión del agua y $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ para su ebullición.
- **Escala Fahrenheit:** Fija el valor de $0\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) para la fusión de una disolución de cloruro amónico en agua y ajustando la escala para que el punto de fusión del agua sea de $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ y el de ebullición de $212\text{ }^{\circ}\text{F}$. De esta manera hay $180\text{ }^{\circ}\text{F}$ de diferencia entre ambas temperaturas.
- **Escala Kelvin o absoluta:** Fija el valor de 0 K ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) en el **cero absoluto**, siendo el **tamaño de los grados** el mismo que los de la escala **Celsius**. Por tanto, el $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ equivale a 273 K y los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ equivalen a 373 K .

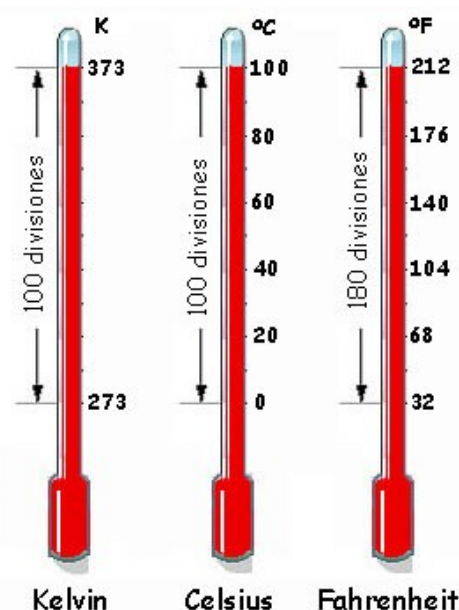


Figura 6: Escalas termométricas

Las fórmulas para pasar de unas unidades a otras son las siguientes:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273 \rightarrow ^{\circ}\text{C} = K - 273$$

$$^{\circ}\text{F} = 1,8 \cdot ^{\circ}\text{C} + 32 \rightarrow ^{\circ}\text{C} = \frac{{}^{\circ}\text{F} - 32}{1,8}$$

Ejemplo 3. *Fahrenheit 451* es una novela distópica, publicada en 1953 por el escritor estadounidense *Ray Bradbury*. El título hace referencia a la temperatura, en la escala de Fahrenheit, a la que el papel de los libros se inflama y arde. Calcula dicha temperatura en grados Celsius y en kelvin.

$$\text{Temperatura en grados Celsius: } T(^{\circ}\text{C}) = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{1,8} = \frac{451 - 32}{1,8} = \frac{419}{1,8} = 232,8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Temperatura en kelvin: } T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273 = 232,8 + 273 = 505,5\text{ K}$$

6. Unidades derivadas del SI

6.1. Superficie

Una de las definiciones de superficie en el diccionario de la RAE es: “Magnitud que expresa la extensión de un cuerpo en dos dimensiones, longitud y anchura, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro cuadrado (m^2)”. Sin embargo sabemos que los objetos tridimensionales también tienen superficies, ya sea con formas geométricas simples, como esferas, conos o cilindros, o con formas irregulares, como la carrocería de un coche. Por tanto, también habría que tener en cuenta otra definición que dice: “Límite o término de un cuerpo, que lo separa y distingue de lo que no es él”.

La **superficie** es una magnitud derivada de la **longitud**, cuya **unidad fundamental** es el **metro cuadrado** (m^2). Podemos hacernos una idea imaginando un cuadrado de 1 m de lado.

En este caso cada unidad es igual a **100 veces** la unidad inmediata inferior. Por ello, para pasar de una unidad a otra hay que multiplicar (si pasamos a una inferior) o dividir (si pasamos a una superior) por **100ⁿ**, siendo **n** el **número de saltos** entre ambas unidades.

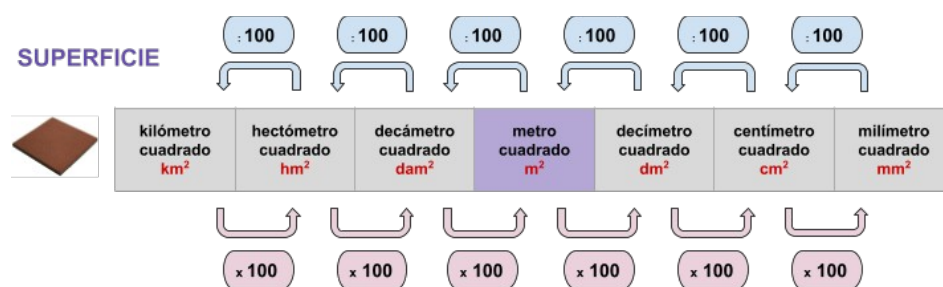


Figura 7: Unidades de superficie

La **geometría** nos enseña cómo **calcular superficies**, tanto en 2D como en 3D, a partir de medidas de **longitud**.

Ejemplo 4. Una habitación tiene la forma y dimensiones indicadas en la figura. Calcula su superficie en m^2 . Después, pásala a cm^2 .

Dividimos la habitación en dos rectángulos, A y B.

Calculamos el área de cada rectángulo.

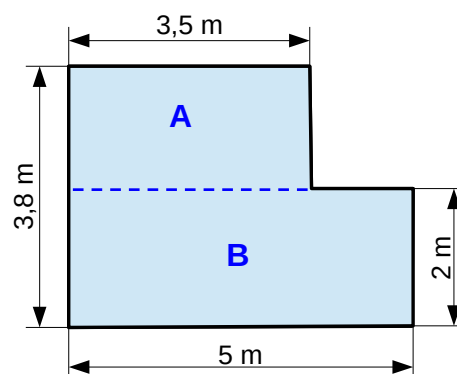
La altura del rectángulo A es $x = 3,8 - 2 = 1,8$ m.

Superficie A = $3,5 \cdot 1,8 = 6,3$ m^2 .

Superficie B = $5 \cdot 2 = 10$ m^2 .

La superficie total es la suma de A y B:

Superficie total = $A + B = 6,3 + 10 = 16,3$ $m^2 = 16,3 \cdot 100^2 = 16,3 \cdot 10.000$ $cm^2 = 163.000$ cm^2 .



6.2. Volumen y capacidad

El **volumen** es el **espacio ocupado** por un cuerpo. La **capacidad** es el **espacio que puede ser llenado** por un determinado volumen. Por ejemplo, un vaso vacío tiene una capacidad igual al volumen de líquido con el que se puede llenar.

La **unidad fundamental de volumen** es **metro cúbico** (m^3). Nos lo podemos imaginar como un cubo de 1 m de lado.

En este caso cada unidad es igual a **1.000 veces** la unidad inmediata inferior. Por ello, para pasar de una unidad a otra hay que multiplicar (si pasamos a una inferior) o dividir (si pasamos a una superior) por **1.000ⁿ**, siendo **n** el **número de saltos** entre ambas unidades.

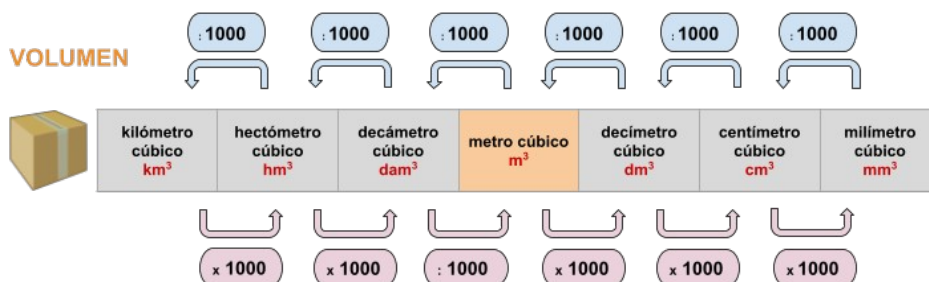


Figura 8: Unidades de volumen

Como los saltos entre las unidades de volumen basadas en el m^3 son muy grandes y poco prácticas para capacidades cotidianas, tradicionalmente se han utilizado **unidades de capacidad** basadas en el **litro** (l), definiéndose el resto de las unidades de manera que cada unidad es 10 veces la inmediata inferior, como sucede con las unidades de longitud y de masa.

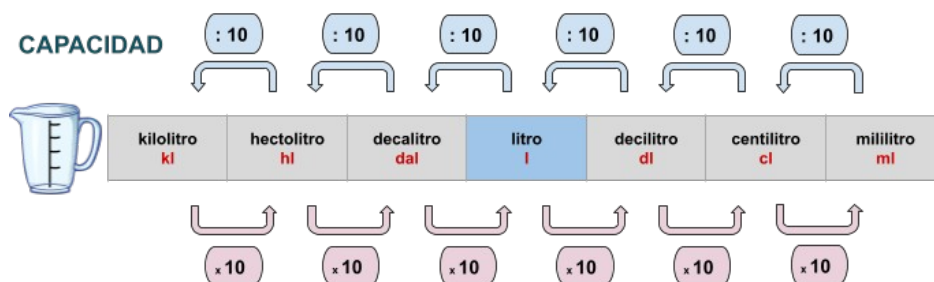


Figura 9: Unidades de capacidad

El **litro** se define como la capacidad correspondiente a un volumen de un **decímetro cúbico**. Es decir: **1 l = 1 dm^3** .

Partiendo de esa equivalencia, podemos establecer estas otras:

1 l = 1.000 ml y $1 dm^3 = 1.000 cm^3$. Por tanto: **1 ml = 1 cm^3** .

1 kl = 1.000 l y $1 m^3 = 1.000 dm^3$. Por tanto: **1 kl = 1 m^3** . Entonces: **1 m^3 = 1.000 l**.

El consumo de agua de una vivienda se mide en m^3 , que podemos pasar a litros multiplicando por 1.000.

La **geometría** nos enseña cómo **calcular volúmenes** a partir de medidas de **longitud**.

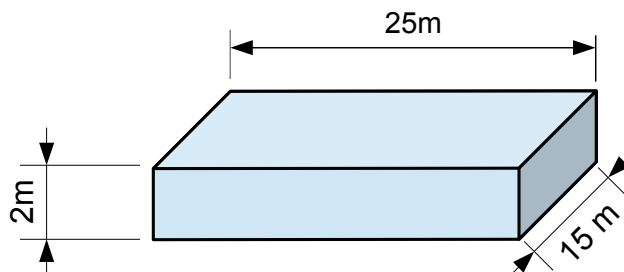
Ejemplo 5. Una piscina tiene la forma y dimensiones indicadas en la figura. Se ha llenado provisionalmente con 525 m^3 . a) Calcula la **altura del agua** con respecto al **fondo**. b) ¿Cuántas **horas** tardará en llenarse, partiendo de vacía, si el **caudal** de agua es de 100 l/min ?

a) Volumen = largo x ancho x alto.

Si llamamos h a la altura del agua:

$$525 \text{ m}^3 = 25 \text{ m} \cdot 15 \text{ m} \cdot h \rightarrow 525 = 375 \cdot h.$$

Despejando h : $h = 525/375 = 1,4 \text{ m}$.



b) Volumen total = $25 \cdot 15 \cdot 2 = 750 \text{ m}^3 = 750.000 \text{ l}$. El volumen de agua y el tiempo transcurrido son directamente proporcionales. Por tanto:

$$\frac{100 \text{ l}}{1 \text{ min}} = \frac{750.000 \text{ l}}{t} \rightarrow t = \frac{750.000}{100} \text{ min} = 7.500 \text{ min} = \frac{7.500}{60} \text{ h} = 125 \text{ h}$$

6.3. Ángulo

Un **ángulo** es la **abertura comprendida entre dos semirrectas con origen común, llamado vértice**. El ángulo es **positivo** si se desplaza en sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj y **negativo** en caso contrario.

En el Sistema Internacional la unidad de medida es el **radián**.

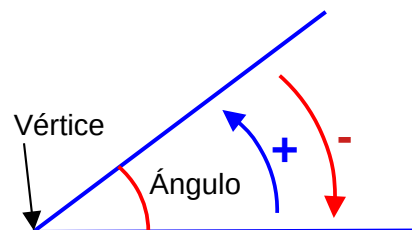


Figura 10: Ángulo

Un **radián** es el ángulo que limita un **arco de circunferencia** cuya **longitud** es igual al **radio** de la circunferencia.

Puesto que la longitud de una circunferencia es $2\pi R$, esta longitud es 2π veces la longitud del radio R , que es la longitud del arco de circunferencia correspondiente a un ángulo de un radián. Por lo tanto:

Una **circunferencia** completa abarca un ángulo de 2π **radianes**, **media** circunferencia abarcan π **radianes** y $\frac{1}{4}$ de circunferencia $\pi/2$ **radianes**.

En la práctica se suelen medir los ángulos en **grados sexagesimales**.

Si dividimos una circunferencia en **360 partes iguales**, el ángulo correspondiente a una de esas partes es un **grado sexagesimal** ($^\circ$).

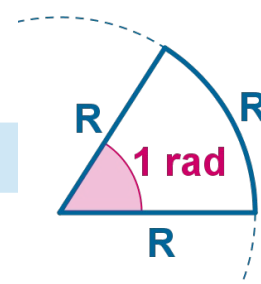


Figura 11: Radián

La equivalencia entre ambas medidas es: $2\pi \text{ rad} = 360^\circ$, o bien: $\pi \text{ rad} = 180^\circ$. Es decir:

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57,3^\circ$$

$$1^\circ = \frac{\pi \text{ rad}}{180}$$

7. Uso correcto de las unidades

7.1. Ortografía

- Los **nombres** de las unidades se escriben siempre en **minúscula**, incluso aunque deriven del nombre de un científico: metro, gramo, newton (por Newton), vatio (por Watt). En el caso de “grado Celsius” o “grado Fahrenheit” sí se ponen los nombres propios en mayúscula, ya que la unidad es “grado”.
- Los **símbolos** se escriben en **minúscula**, excepto si derivan de un **nombre propio**, en cuyo caso la **primera letra** es **mayúscula**: m, kg, N (por Newton), W (por Watt).
- Los **símbolos de los prefijos** se escriben en **minúscula**, excepto a partir de **mega-**: cm, kg, GHz, TB.
- Los **nombres** de las unidades **no se escriben en cursiva**: *m*, *k*, *N* son incorrectos.
- El **valor numérico** y el **símbolo** de la unidad deben separarse por un **espacio**: 20 m.
- Al expresar una medida, **no podemos** poner el valor numérico y la unidad de medida mediante sus **nombres**: “cincuenta kilogramos”. Pero sí podemos utilizar las otras dos combinaciones posibles: “cincuenta kg” y “50 kilogramos”.

7.2. Resolución de problemas

Para **utilizar correctamente una fórmula o ecuación** es necesario que las **unidades de los datos** que vamos a sustituir en ellas sean **coherentes**. Eso significa que las unidades en los dos miembros sean **equivalentes**.

En general, las fórmulas de Física se basan en las unidades básicas del SI. Por tanto, si uno de los datos está en otras unidades, deberemos convertir su unidad a la correspondiente unidad básica del SI. Pero, en realidad, podemos utilizar cualquier conjunto de unidades, siempre que sean coherentes.

Por ejemplo, para calcular el desplazamiento en un movimiento rectilíneo y uniforme, sin desplazamiento inicial, se utiliza la fórmula: $e = vt$, donde e se mide en m, v en m/s y t en s. Si nos dan la velocidad en km/h y el tiempo en s, tendremos que convertir km/h en m/s antes de aplicar la fórmula. Pero si nos dan la velocidad en km/h y el tiempo en h, podemos aplicar la fórmula, siempre que expresemos el desplazamiento en km, ya que en ambos casos las unidades son coherentes.

En la fórmula $e = vt$, podemos utilizar: $e \text{ (m)} = v \text{ (m/s)} \cdot t \text{ (s)}$, o bien: $e \text{ (km)} = v \text{ (km/h)} \cdot t \text{ (h)}$

Todo **resultado** de cálculo de una fórmula debe ir acompañado de la **unidad** correspondiente, salvo que se trate un resultado adimensional, como un rendimiento u otro semejante.