

MAGISTER

OPOSICIONES AL PROFESORADO

Educación Primaria

TEMA 23

LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA. UNIDADES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA. ESTIMACIÓN Y APROXIMACIÓN EN LAS MEDICIONES. RECURSOS DIDÁCTICOS E INTERVENCIÓN EDUCATIVA.

INTRODUCCIÓN.

1. LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA.

- 1.1. Definición de magnitud y medida. Tipos de magnitudes. Unidades.
- 1.2. Principales unidades de medida y símbolos que se emplean. Múltiplos y submúltiplos de unidades de medida.
- 1.3. Cambio de unidades de una magnitud. Forma compleja e incompleja.

2. PRINCIPALES MAGNITUDES FUNDAMENTALES Y DERIVADAS. UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

- 2.1. La magnitud longitud. Unidades de medida e instrumentos de medición.
- 2.2. La magnitud de masa. Unidades de medida e instrumentos de medición.
- 2.3. La magnitud tiempo. Unidades de tiempo e instrumentos de medición.
- 2.4. La magnitud temperatura. Unidad de medida e instrumentos de medición.
- 2.5. La magnitud intensidad de corriente. Unidad de medida e instrumentos de medición.
- 2.6. La magnitud intensidad luminosa. Unidad de medida e instrumentos de medición.
- 2.7. La magnitud cantidad de materia. Unidad de medida e instrumentos de medición.
- 2.8. Magnitudes derivadas. Unidades de medida e instrumentos de medición.
- 2.9. Un ejemplo de magnitud fuera de la física: El dinero. Unidades de medida e instrumentos de medición.

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

Este tema corresponde al segundo bloque de los capítulos dedicados a las matemáticas. El objeto del estudio de las magnitudes y sus diferentes unidades de medida es facilitar al alumno la comprensión de los mensajes reales donde se cuantifican magnitudes mediante cierto tipo de mediciones. A partir del conocimiento de las magnitudes más básicas (longitud, masa y tiempo) se debe proseguir el conocimiento de las mismas mediante procesos de medición reales mediante unidades de medida corporales así como elementos como cuerdas, reglas, etc.

Con estas magnitudes y sus principales medidas según el SI debe trabajarse los múltiplos y submúltiplos de modo que el alumno los incorpore a su lenguaje cotidiano y los comprenda.

Sólo en ese momento será cuando se incorporen otras magnitudes significativas para el alumno como puedan ser la capacidad, el dinero, etc.

En las sucesivas mediciones que se realicen de modo real se deben ir incorporando cada vez más cifras y operaciones elementales para afianzar la notación decimal del sistema de numeración arábigo trabajando así el cálculo mental.

1. LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA.

1.1. Definición de magnitud y medida. Tipos de magnitudes. Unidades.

En todo este tema nos referiremos básicamente a la teoría de las magnitudes y sus unidades tal y como se aplica en la Física. El punto de partida es la situación con la que nos encontramos en las distintas partes de la Física: Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, etc. Cada una de estas disciplinas se ocupa de un tipo más o menos bien delimitado de fenómenos naturales que suceden con tipos también característicos de sistemas físicos. La descripción que hace la Física de estos fenómenos se basa en asignar valores numéricos a algunas propiedades de los sistemas que se denominan magnitudes.

Por lo tanto, el concepto de medida está ligado al de magnitud en tanto que magnitud es cualquier propiedad de los cuerpos que es susceptible de ser medida.

Existen siete magnitudes básicas o fundamentales:

- Longitud.
- Masa.
- Tiempo.
- Temperatura.
- Intensidad de corriente.
- Intensidad luminosa.
- Cantidad de sustancia.

Las restantes magnitudes físicas son consideradas como derivadas de las anteriores en tanto que se pueden expresar mediante relaciones o leyes físicas en función de estas.

Ejemplo: La velocidad es una magnitud derivada ya que se puede definir como el cociente de la longitud recorrida entre el tiempo transcurrido. Por ello, esta magnitud depende de la longitud y del tiempo.

Medir una magnitud es compararla con otra de la misma naturaleza, llamada unidad, para averiguar el número de veces que la contiene.

El resultado de medir una magnitud hace que distingamos dos tipos de magnitudes:

- **Magnitudes escalares:** Están medidas exclusivamente por un número seguido de la unidad empleada.

Ejemplo: 45.000 km, 2'3 litros, ...

- **Magnitudes vectoriales:** Están medidas por un vector. Llamaremos vector al segmento orientado que tiene módulo (lo que mide), dirección (recta que lo contiene o cualquier paralela a ella) y sentido (modo de recorrer la trayectoria recta).

Ejemplo: la velocidad que lleva un proyectil es $\vec{v} = 3\vec{i} - 4\vec{j} + 2\vec{k} = (3, -4, 2)$

En este caso, si queremos cuantificar el valor de la magnitud, utilizaremos el módulo del vector y lo acompañaremos por su unidad correspondiente. En el caso del ejemplo:

$$|\vec{v}| = \sqrt{3^2 + 4^2 + 2^2} m/s = \sqrt{29} m/s = 5'39 m/s$$

1.2. Principales unidades de medida y símbolos que se emplean. Múltiplos y submúltiplos de unidades de medida.

Actualmente existen innumerables unidades para medir. Sin embargo, para que no se produzcan problemas con diferentes unidades, los científicos han establecido un único sistema de unidades para las magnitudes fundamentales, llamado Sistema Internacional (SI). Este sistema determina los símbolos comunes a utilizar para nombrar a cada magnitud, la unidad ha emplear y el símbolo de la unidad.

| Magnitud fundamental | Símbolo de la magnitud | Unidad y símbolo de la misma |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Longitud | L | Metro (m) |
| Masa | M | Kilogramo (kg) |
| Tiempo | T | Segundo (s) |
| Temperatura | T | Kélvín (°K) |
| Intensidad de corriente | I | Amperio (A) |
| Intensidad luminosa | I | Candela (cd) |
| Cantidad de sustancia | n | Mol (mol) |

Algunas magnitudes derivadas y sus símbolos y unidades derivadas correspondientes son:

| Magnitud derivada | Símbolo de la magnitud | Unidad y símbolo de la misma |
|--------------------------|-------------------------------|--|
| Superficie o área | S | Metro cuadrado(m ²) |
| Volumen | V | Metro cúbico (m ³) |
| Densidad | ρ | Kilogramo partido de metro cúbico(Kg/m ³) |
| Velocidad | v | Metro partido por segundo(m/s) |
| Aceleración | a | Metro partido por segundos al cuadrado (m/s ²) |
| Fuerza | F | Newton (N) |
| Presión | p | Pascal (Pa) = 1 N/m ² |
| Energía | E | Julios(J) = N·m |

En muchas ocasiones es preciso utilizar para medir múltiplos o submúltiplos de las unidades que se nos han determinado porque la medición sea extraordinariamente grande o pequeña (tendiendo a cero). En estos casos se mantiene el nombre y símbolo de la unidad del SI, precedido del prefijo que indica la siguiente tabla según hayamos aumentado o disminuido la medición multiplicando o dividiendo por la unidad seguida de ceros.

| Factor de multiplicación | Nombre del prefijo | Símbolo que precede a la unidad del SI |
|--------------------------|--------------------|--|
| 10^{18} | Exa | E |
| 10^{15} | Peta | P |
| 10^{12} | Tera | T |
| 10^9 | Giga | G |
| 10^6 | Mega | M |
| 10^3 | Kilo | K |
| 10^2 | Hecto | H |
| 10^1 | Deca | Da |
| 10^{-1} | Deci | d |
| 10^{-2} | Centi | c |
| 10^{-3} | Mili | m |
| 10^{-6} | Micro | μ |
| 10^{-9} | Nano | n |
| 10^{-12} | Pico | p |
| 10^{-15} | Femto | f |
| 10^{-18} | atto | a |

Observemos el funcionamiento de la tabla de múltiplos y submúltiplos con el siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos 12'356 dm. Según la tabla anterior podemos escribir dicha cantidad del siguiente modo:

| Km | Hm | Dam | m | dm | cm | mm |
|----|----|-----|---|----|----|----|
| 0 | 0 | 6 | 1 | 2 | 3 | 5 |

Eso nos indica que 12'356 son:

- 61235 mm
- 6123'5 cm
- 612'35 dm
- 61'235 m
- 6'1235 Dam
- 0'61235 Hg
- 0'061235 km

Pongamos más ejemplos:

Ejemplo 1: 10 Gigahertzios son 10.000 Megahertzios y se escribe $10 \text{ Ghz} = 10.000 \text{ Mhz}$

| | Ghz | | | Mhz | | | khz |
|---|-----|---|---|-----|---|---|-----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ejemplo 2: 0'23 litros son 23 centilitros y se escribe $0'23 \text{ l} = 23 \text{ cl}$

| kl | Hl | dal | l | dl | cl | ml |
|----|----|-----|---|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |

Para expresar una magnitud derivada en función de múltiplos y submúltiplos hay que aplicar la transformación a cada una de las magnitudes fundamentales que así la definen.

Ejemplo 3: Si queremos escribir la velocidad 10 m/s en km/h entonces:

$$10 \text{ m/s} = 10 \frac{1\text{m}}{1\text{s}} \cdot \frac{3600\text{s}}{1 \text{ hora}} \cdot \frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = 10 \frac{1\text{m}}{1\text{s}} \cdot \frac{3600\text{s}}{1000\text{m}} \cdot \frac{1\text{km}}{1\text{h}} = 10 \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \frac{1\text{km}}{1\text{h}} = 36 \text{ km/h}$$

Ejemplo 4: Si queremos escribir la superficie 100 m^2 en km^2 entonces:

$$100 \text{ m}^2 = 100 \text{ m} \times \text{m} = 100 \cdot 1\text{m} \times 1\text{m} \frac{1\text{km}}{1000\text{m}} \cdot \frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = \frac{100}{1000000} \text{ km} \times \text{km} = 0'0001 \text{ km}^2$$

1.3. Cambio de unidades de una magnitud. Forma compleja e incompleja.

Muchas magnitudes se miden en distintos tipos de unidades. Existen multitud de explicaciones para tal amplitud de unidades para una misma magnitud pero las más destacadas son:

- Expresando la magnitud en algún tipo de unidad determinado, cierto tipo de problemas y cálculos son más sencillos que otros.
- La investigación científica en el campo donde se circunscribe la magnitud ha corrido de modo independiente en dos campos científicos distintos, en lugares o incluso civilizaciones apartadas.

Dada una magnitud determinada es muy útil conocer la relación existente entre sus distintas unidades de medida. Estos cambios se definen mediante funciones y nos permiten calcular el valor en cierta unidad conocido su valor en otra diferente.

Entre los cambio de unidad más básicos y fáciles están los cambios de tipo lineal que son aquellos en los que la relación se obtiene mediante la multiplicación/división de un valor por/entre un factor llamado de conversión.

Ejemplo 1: La magnitud presión mediante atmósferas y mediante mm de mercurio (Hg). Si tenemos en cuenta que el cambio de una unidad a otro viene determinado por la relación lineal:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg}$$

Tendremos que para calcular el número y de atmósferas de una cantidad x de milímetros de Mercurio tendremos que aplicar la fórmula:

$$y \text{ atm} = \frac{x \text{ mm}}{760 \text{ mm}}$$

Por lo tanto, si tenemos 70 mm de Hg tendremos:

$$y = \frac{70 \text{ mm}}{760 \text{ mm}} = 0,092 \text{ atm}$$

Ejemplo 2: La magnitud calor tiene dos unidades de medida fundamentales como son la Caloría (Cal) y el Julio (J). En este caso, el cambio de una unidad a otra también es lineal y viene dado por la relación lineal:

$$1 \text{ Cal} = 4,18 \text{ J}$$

Tendremos que para calcular el número y de Calorías de una cantidad x de Julios tendremos que aplicar la fórmula:

$$y \text{ Cal} = \frac{x \text{ J}}{4,18 \text{ J}}$$

Por lo tanto, si tenemos 5 Cal, el número de julios que tendremos será:

$$5 \text{ Cal} = \frac{x \text{ J}}{4,18 \text{ J}} \Leftrightarrow x = 5 \cdot 4,18 = 20,9 \text{ J}$$

Para expresar la medición de una magnitud existen dos formas muy utilizadas dependiendo de la magnitud:

- **Forma compleja:** Una medida de una magnitud se dice que está en forma compleja cuando se utilizan varias unidades de medida para expresarla. Una magnitud muy utilizada en forma compleja es la medida de los ángulos o la medida del tiempo.

Ejemplo: $12^\circ 32' 43''$ representa la medición de un ángulo en tres unidades distintas: grados, minutos y segundos.

- **Forma incompleja:** Una medida de una magnitud se dice que está en forma incompleja cuando se utiliza una única unidad de medida para expresarla.

Ejemplo: El ángulo en forma compleja $12^\circ 32' 43''$, se puede expresar de forma incompleja llevando a todas las unidades, por ejemplo, a grados:

$$12^{\circ} = 12^{\circ} \times 60' \times 60'' = 43200''$$

$$32' = 32' \times 60'' = 1920''$$

$$43'' = 43''$$

Por lo tanto, el ángulo expresado en forma incompleja en grados medirá 45163''.

Para pasar de forma compleja a incompleja habrá que realizar transformaciones de cada una de las unidades utilizadas a una determinada y única. Del mismo modo habrá que hacer en el paso contrario, siempre teniendo en cuenta las relaciones entre las unidades utilizadas.

Ejemplo: El ángulo en forma incompleja $12^{\circ}32'$, se puede expresar de forma compleja calculando los minutos y segundos resto:

$$12,32^{\circ} = 12^{\circ} + 0,32^{\circ}$$

$$0,32^{\circ} = 0,32^{\circ} \times 60' = 19,2' = 19' + 0,2'$$

$$0,2' = 0,2' \times 60'' = 12''$$

Por lo tanto, el ángulo expresado en forma compleja en grados medirá $12^{\circ}19'12''$.

2. PRINCIPALES MAGNITUDES FUNDAMENTALES Y DERIVADAS. UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Como hemos dicho anteriormente, el S.I. ha fijado las unidades de medida a utilizar en cada una de las magnitudes. Nos referiremos en este apartado a las principales unidades de medida utilizada en cada una de las medidas fundamentales, dando una pequeña definición de las mismas y algunos ejemplos de instrumentos que sirven para medir. Por último daremos algunos ejemplos de magnitudes derivadas, unidades de medida y algunos instrumentos de medición.

2.1. La magnitud longitud. Unidades de medida e instrumentos de medición.

Podemos decir que la longitud es la distancia entre dos puntos dados. La longitud entre un punto y el mismo es evidentemente 0 pero la longitud entre dos puntos distintos deberá ser medida a partir de la comparación con una distancia determinada y fija. Esta medida, según el S.I. es el metro.

El metro se definió primeramente como la diezmillonésima parte de un cuadrante de un meridiano terrestre. Otra definición equivalente a esta determina al metro como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en un lapso de tiempo de $1/299.792.458$ segundos. (XVII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1983).

Según la primera definición y con dicho propósito se midió cuidadosamente un arco de un meridiano en una operación que duró varios años y se fabricó una barra de platino de un metro que desde entonces se conserva a 0 grados centígrados en la oficina internacional de pesos y medidas de Sevres.



Barra de hierro que representa un metro
(Oficina de pesos y Medidas de Lèvres)

Medidas más precisas indicaron la conveniencia de abandonar la referencia al cuadrante de meridiano debido a un error comprobado en la medición.

Existen otras unidades de medida, todavía muy utilizadas entre las que se encuentran:

- **La pulgada:** Es una unidad que se utiliza actualmente, por ejemplo, para medir la diagonal de la pantalla de los monitores. Equivale a 2'54 cm.
- **El pie:** Es una unidad que aún se emplea para expresar la altura a la que vuelan los aviones. Equivale a 30'48 cm.
- **La yarda:** Suele hacerse distinción entre yarda marítima y terrestre siendo la primera de uso muy frecuente. La yarda marítima equivale a 1.853 m mientras que la terrestre equivale a 1.609 m.
- **El nudo:** También de medición marítima no es propiamente de longitud sino una unidad referida a la magnitud derivada velocidad. Equivale a 1 milla por hora.

Al igual que las dos primeras podríamos seguir destacando distintas unidades corporales como son el palmo, la zancada, etc. que necesitan de una medida fija para poder ser tenidos en cuenta como unidades útiles a la hora de medir.

Para medir longitudes hay multitud de instrumentos desde la regla, la cinta métrica hasta sofisticados metros digitales capaces de medir distancias enormes.

2.2.La magnitud de masa. Unidades de medida e instrumentos de medición.

Se llama masa a la cantidad de materia que tiene un cuerpo. Curiosamente, aunque se determina como unidad de medida al kilogramo, este se define a partir de un submúltiplo suyo como es el gramo.

Para la masa los franceses definieron el gramo como la masa de un centímetro cúbico de agua a 4 grados centígrados.

Para hacer mención al kilogramo se construyó un bloque de platino de 1000 gramos, que se conserva igualmente en la oficina internacional de pesos y medidas de Sevres, que es lo que se toma actualmente como unidad sin referencia al agua.

Otras unidades de la masa son:

- La libra es la cantidad de masa correspondiente a 0'4536 kg.
- La onza es la cantidad de masa que se emplea como unidad base para determinar el precio de metales preciosos como el oro, la plata o el platino y equivale a 28'53 g.

Para poder medir la masa se suele utilizar un sin fin de instrumentos dependiendo de el peso del cuerpo. Entre los instrumentos más utilizados están las balanzas.



Balanza granatario

Por ejemplo, la balanza granatario en la cual la masa se mide por medio de dos platos y de la comparación con otras masas que se presentan en pesas de distintas cantidades. Existen actualmente balanzas digitales que se utilizan en los laboratorios ya que son más precisas y cómodas.

2.3.La magnitud tiempo. Unidades de tiempo e instrumentos de medición.

Se define actualmente como la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado base del átomo de cesio-133.(XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).

Otras unidades para la medición del tiempo son los minutos, horas, días, años, lustros, décadas o siglos de tal modo que se dan las siguientes relaciones:

1 siglo = 1000 años.

1 lustro = 5 años.

1 año = 365 días y 7 horas.

1 día = 24 horas

1 hora = 60 minutos.

1 minuto = 60 segundos.

En este sentido, la magnitud tiempo es frecuentemente utilizada mediante las dos formas posibles: compleja e incompleja.

Ejemplo 1: Si tenemos 75'47 horas, entonces podemos decir que tendremos:

- 75 horas = $24 \times 3 + 3$ horas = 3 días y 3 horas.
- $0'47 \times 60 = 28'2$ minutos = 28 minutos + 0'2 minutos
- $0'2 \times 60 = 12$ segundos

Por lo tanto, 75'47 horas = 3 días, 3 horas, 28 minutos y 12 segundos.

Ejemplo 2: Si tenemos 2 días, 3 horas, 15 minutos y 54 segundos y queremos calcular el número de horas que tenemos deberemos hacer:

- 2 días = $2 \times 24 = 48$ horas
- 3 horas = 3 horas
- 15 minutos = $15 : 60 = 0'25$ horas
- $54 : 60 = 0'9$ minutos = $0'9 : 60 = 0'015$ horas

Por lo tanto, $48 + 3 + 0'25 + 0'015 = 51'265$ horas.

El instrumento básico para la medición del tiempo es el reloj. Existen muchos tipos de relojes desde el antiguo reloj de arena, relojes solares que permiten medir las estaciones del año, mese o años hasta los sofisticados relojes digitales.

2.4.La magnitud temperatura. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La temperatura mide el nivel térmico de los cuerpos, es decir su nivel de calor o de frío. La unidad de medida es el grado Kelvin(K), de modo que el 0° K es el considerado cero real ya que, según el científico Lord Kelvin, ningún cuerpo experimenta ningún tipo de enfriamiento por debajo de esa temperatura.

El Kelvin se define como la fracción $1/273'16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).



Termómetro de mercurio con unidad de medida en la escala Celsius.

Existen otras unidades de medición de la temperatura como son el grado centígrado y el grado Fahrenheit, asociadas a sus correspondientes escalas Celsius y Fahrenheit respectivamente.

- La escala Celsius asigna el valor 0 al punto de fusión del hielo y el valor 100 al de ebullición del agua.
- La escala Fahrenheit asigna el valor 32 al punto de fusión del hielo y 212 al de ebullición del agua. Esta escala es muy utilizada por los países anglosajones.

De este modo, las relaciones entre las escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin son las siguientes:

$$K = ^\circ C + 273$$

$$\frac{^\circ C}{100} = \frac{^\circ F - 32}{180}$$

Ejemplo: Calcular los grados centígrados y Fahrenheit que equivalen a 200 ° K.

Utilizando la primera fórmula tendremos que:

$$200 \text{ } ^\circ K = x \text{ } ^\circ C + 273 \quad | \quad x \text{ } ^\circ C = 200^\circ K - 273^\circ K = -73 \text{ } ^\circ C$$

Por otra parte,

$$\frac{-73^\circ C}{100} = \frac{y^\circ F - 32}{180} \quad \Leftrightarrow \quad y^\circ F = \frac{-73^\circ C \cdot 180}{100} + 32 = -99,4^\circ F$$

Todo instrumento que sirve para medir temperatura se denomina termómetro. Existen una infinidad de termómetros distintos: El más famoso es el termómetro de mercurio, que de distintas graduaciones se basa en el ascenso o descenso de esta sustancia dentro de un recipiente normalmente alargado. También existen termómetros digitales que no utilizan mercurio.

2.5. La magnitud intensidad de corriente. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La magnitud de intensidad de corriente trata de verificar la corriente eléctrica o número de electrones que fluyen por un punto concreto de un circuito eléctrico en un determinado tiempo.

También podemos definirlo como la cantidad de carga eléctrica que circula por una sección de un conductor en la unidad de tiempo.

La unidad de medida del S.I. es el amperio que se define formalmente como la intensidad de una corriente constante que, mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, produciría

entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ N por metro de longitud (IX Conferencia General de Pesas y Medidas, 1948).

Dos instrumentos que sirven para medir y variar la intensidad de corriente son el amperímetro y el reostato o cursor.

2.6. La magnitud intensidad luminosa. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y cuya intensidad energética en esa dirección es de $1/683$ vatios por estereorradián (XVI Conferencia General de Pesas y medidas).

2.7. La magnitud cantidad de materia. Unidad de medida e instrumentos de medición.

Es una magnitud que se utiliza esencialmente en procesos químicos. Para medir la cantidad de una determinada sustancia podemos tomar como referencia su masa. Sin embargo, en ocasiones, las sustancias son demasiado pequeñas como por ejemplo el caso de moléculas o incluso átomos. Por ello, es mejor que expresemos la cantidad de materia mediante el número de entidades elementales que las constituyen.

De este modo, se define mol como el número de entidades elementales equivalente a los átomos existentes en 12 gramos de carbono-12. Actualmente se sabe que ese número de átomos es

$$N = 6'023 \cdot 10^{23}$$

Llamado número de Avogadro.

Los instrumentos de medición son sofisticados aparatos digitales de laboratorio.

2.8. Magnitudes derivadas. Unidades de medida e instrumentos de medición.

Las magnitudes superficie volumen, velocidad, fuerza, presión, etc. son derivadas puesto que se pueden expresar mediante magnitudes fundamentales. Así, se observa como:

- Superficie = Longitud x longitud.
- Volumen = Longitud x longitud x longitud.

La unidad de medida de la superficie, según el S.I. es el metro cuadrado (m^2) aunque también está muy extendida en la agricultura la hectárea que es 1 hm^2 ; el área, que equivale a 1 dam^2 ; y la centiárea que equivale a 1 m^2 . La unidad de medida del volumen, según el S.I. es el metro cúbico (m^3).

Curiosamente existe una relación con respecto al agua que conecta tres magnitudes diferentes como son el volumen, la masa y la capacidad ya que en 1 dm^3 cabe 1 litro de agua y esta pesa 1 kg.

Del mismo modo, tendremos que otras magnitudes son del mismo modo derivadas:

- La velocidad mediante su propia definición como longitud recorrida en un determinado intervalo de tiempo:

$$velocidad = \frac{longitud}{tiempo}$$

Su unidad de medida según el S.I. será m/s.

- La fuerza se puede reescribir mediante la segunda ley de Newton:

$$F = m \cdot a$$

Como

$$Fuerza = masa \times \frac{longitud}{tiempo^2}$$

Su unidad de medida según el S.I. será $kg \cdot m/s^2$, que es lo que equivale a la unidad de medida Newton (N). También se puede medir con la unidad de medida kilopondio (kp).

- En el caso de la presión que se define como la fuerza realizada sobre la unidad de superficie, se tendrá que al definirse mediante magnitudes también derivadas, se puede terminar reescribiendo en función de fundamentales mediante:

$$Presión = \frac{Fuerza}{Superficie} = \frac{masa \times aceleración}{longitud^2} = \frac{masa \times longitud}{longitud^2 \times tiempo^2} = \frac{masa}{longitud \times tiempo^2}$$

Su unidad de medida según el S.I. será $kg/m \cdot s^2$, que equivale a $Newton/m^2$ que es lo que se conoce como Pascal (Pa). También se puede medir con la unidad de medida atmósfera.

Existen muchas más magnitudes derivadas y son muchos instrumentos que permiten dar una medición de las mismas. Por ejemplo, para medir la velocidad se utilizan velocímetros; para determinar volúmenes se usan pipetas, buretas, etc.; para medir la presión se utilizan barómetros de muchas clases, etc.



Figura 2: Barómetro

2.9. Un ejemplo de magnitud fuera de la física: El dinero. Unidades de medida e instrumentos de medición.

La magnitud dinero responde a utilidades económicas y de intercambio. Muchas son las unidades de medida que han utilizado las diversas civilizaciones, países, etc. durante todo el proceso de evolución del ser humano.



El dólar, el euro y el Yen, tres sistemas monetarios para la magnitud dinero.

Desde los antiguos dracmas griegos o los sestercios romanos, hasta los actuales dólares o euro. Cada unidad monetaria tiene sus correspondientes múltiplos y submúltiplos que van preferentemente marcados por los tipos de monedas y billetes del sistema. Así, el sistema de unidad euro tiene los siguientes múltiplos y submúltiplos:

| Billete/moneda | Valor respecto a la unidad euro |
|-----------------------|--|
| 500 (billete) | 500 |
| 200 (billete) | 200 |
| 100 (billete) | 100 |
| 50 (billete) | 50 |
| 20 (billete) | 20 |
| 10 (billete) | 10 |
| 5 (billete) | 5 |
| 2 (billete) | 2 |
| 1 (billete) | 1 |
| 50 (moneda) | 0'5 |
| 20 (moneda) | 0'2 |
| 10(moneda) | 0'1 |
| 5 (moneda) | 0'05 |
| 2 (moneda) | 0'02 |
| 1 moneda) | 0'001 |

Ejemplo 1: Si tenemos 4 billetes de 50 euros, 15 de 10 euros, 43 monedas de 50 céntimos, 13 de 20 céntimos, 5 monedas de 5 céntimos, 3 monedas de 2 céntimos y 4 monedas de 1 céntimos entonces tendremos:

- $4 \times 50 = 200 \text{ €}$
- $15 \times 10 = 150 \text{ €}$
- $43 \times 0'5 = 21'5 \text{ €}$
- $13 \times 0'2 = 2'6 \text{ €}$
- $5 \times 0'25 = 1'25 \text{ €}$
- $3 \times 0'02 = 0'06 \text{ €}$
- $4 \times 0'01 = 0'04 \text{ €}$

Luego el total será: $200 + 150 + 21'5 + 2'6 + 1'25 + 0'06 + 0'04 = 375'45 \text{ €}$.

Ejemplo 2: Tenemos monedas de 20 céntimos y 5 céntimos. Hay un total de 20 monedas y el total del dinero asciende a $3'25 \text{ €}$, ¿Cuántas monedas tendremos?.

Por simple tanteo se descubre que hay 15 monedas de 20 céntimos y 5 de 5 céntimos.

En otros tiempos las monedas se tallaban en metales muy valiosos como el oro, plata, bronce, platino. Actualmente las monedas carecen prácticamente de valor.

.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFÍA.

- DIXMIER, J.: *Cours de Mathematiques du premier cycle, Vol.1 y 2*. Gauthier-Villars, 1976.
- KOSTRIKIN, A.I.: *Introducción al álgebra*. McGraw-Hill, 1992.
- LAZCANO URANGA Y SANZ REQUENA: *Matemáticas 1º ESO*, Edelvives 2003.
- LEVY-LEBLOND, J.: *On the conceptual nature of the Physical constants*. Cahiers Fundamenta Scientiae. 1976.

.....
.....
.....
.....
.....

ESQUEMA TEMA 23

LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA. UNIDADES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA. ESTIMACIÓN Y APROXIMACIÓN EN LAS MEDICIONES. RECURSOS DIDÁCTICOS E INTERVENCIÓN EDUCATIVA.

1. LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA.

1.1. Definición de magnitud y medida. Tipos de magnitudes. Unidades.

Magnitud es cualquier propiedad de los cuerpos que es susceptible de ser medida. Existen siete magnitudes básicas o fundamentales: Longitud, Masa, Tiempo, Temperatura, Intensidad de corriente, Intensidad luminosa, Cantidad de sustancia. Las restantes magnitudes físicas son consideradas como derivadas de las anteriores en tanto que se pueden expresar mediante relaciones o leyes físicas en función de estas.

Medir una magnitud es compararla con otra de la misma naturaleza, llamada unidad, para averiguar el número de veces que la contiene.

Distingamos dos tipos de magnitudes:

- **Magnitudes escalares:** Están medidas exclusivamente por un número seguido de la unidad empleada.
- **Magnitudes vectoriales:** Están medidas por un vector. Llamaremos vector al segmento orientado que tiene módulo (lo que mide), dirección (recta que lo contiene o cualquier paralela a ella) y sentido (modo de recorrer la trayectoria recta).

1.2. Principales unidades de medida y símbolos que se emplean. Múltiplos y submúltiplos de unidades de medida.

Principales unidades de medida según el Sistema Internacional:

| Magnitud fundamental | Símbolo de la magnitud | Unidad y símbolo de la misma |
|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| Longitud | L | Metro (m) |
| Masa | M | Kilogramo (kg) |
| Tiempo | T | Segundo (s) |
| Temperatura | T | Kélvin (°K) |
| Intensidad de corriente | I | Amperio (A) |
| Intensidad luminosa | I | Candela (cd) |
| Cantidad de sustancia | n | Mol (mol) |

Algunas magnitudes derivadas y sus símbolos y unidades derivadas correspondientes son:

| Magnitud derivada | Símbolo de la magnitud | Unidad y símbolo de la misma |
|-------------------|------------------------|--|
| Superficie o área | S | Metro cuadrado(m ²) |
| Volumen | V | Metro cúbico (m ³) |
| Densidad | ρ | Kilogramo partido de metro cúbico(Kg/m ³) |
| Velocidad | v | Metro partido por segundo(m/s) |
| Aceleración | a | Metro partido por segundos al cuadrado (m/s ²) |
| Fuerza | F | Newton (N) |
| Presión | p | Pascal (Pa) = 1 N/m ² |
| Energía | E | Julios(J) = N·m |

Principales múltiplos y submúltiplos:

| Factor de multiplicación | Nombre del prefijo | Símbolo que precede a la unidad del SI |
|--------------------------|--------------------|--|
| 10 ¹⁸ | Exa | E |
| 10 ¹⁵ | Peta | P |
| 10 ¹² | Tera | T |
| 10 ⁹ | Giga | G |
| 10 ⁶ | Mega | M |
| 10 ³ | Kilo | K |
| 10 ² | Hecto | H |
| 10 ¹ | Deca | Da |
| 10 ⁻¹ | Deci | d |
| 10 ⁻² | Centi | c |
| 10 ⁻³ | Mili | m |
| 10 ⁻⁶ | Micro | μ |
| 10 ⁻⁹ | Nano | n |
| 10 ⁻¹² | Pico | p |
| 10 ⁻¹⁵ | Femto | f |
| 10 ⁻¹⁸ | atto | a |

1.3.Cambio de unidades de una magnitud. Forma compleja e incompleja.

Muchas magnitudes se miden en distintos tipos de unidades. Los cambios de unidad se definen mediante funciones y nos permiten calcular el valor en cierta unidad conocido su valor en otra diferente. Entre los cambios de unidad más básicos y fáciles están los cambios de tipo lineal que son aquellos en los que la relación se obtiene mediante la multiplicación/división de un valor por/entre un factor llamado de conversión.

Para expresar la medición de una magnitud existen dos formas muy utilizadas dependiendo de la magnitud:

- **Forma compleja:** Una medida de una magnitud se dice que está en forma compleja cuando se utilizan varias unidades de medida para expresarla. Una magnitud muy utilizada en forma compleja es la medida de los ángulos o la medida del tiempo.
- **Forma incompleja:** Una medida de una magnitud se dice que está en forma incompleja cuando se utiliza una única unidad de medida para expresarla.

Para pasar de forma compleja a incompleja habrá que realizar transformaciones de cada una de las unidades utilizadas a una determinada y única. Del mismo modo habrá que hacer en el paso contrario, siempre teniendo en cuenta las relaciones entre las unidades utilizadas.

2. PRINCIPALES MAGNITUDES FUNDAMENTALES Y DERIVADAS. UNIDADES DE MEDIDA E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

2.1. La magnitud longitud. Unidades de medida e instrumentos de medición.

La longitud es la distancia entre dos puntos dados. El metro se definió primeramente como la diezmillonésima parte de un cuadrante de un meridiano terrestre. Otra definición equivalente a esta determina al metro como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en un lapso de tiempo de $1/299.792.458$ segundos. (XVII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1983).

Existen otras unidades de medida, todavía muy utilizadas entre las que se encuentran:

- **La pulgada:** Es una unidad que se utiliza actualmente, por ejemplo, para medir la diagonal de la pantalla de los monitores. Equivale a $2'54$ cm.
- **El pie:** Es una unidad que aún se emplea para expresar la altura a la que vuelan los aviones. Equivale a $30'48$ cm.
- **La yarda:** Suele hacerse distinción entre yarda marítima y terrestre siendo la primera de uso muy frecuente. La yarda marítima equivale a 1.853 m mientras que la terrestre equivale a 1.609 m.
- **El nudo:** También de medición marítima no es propiamente de longitud sino una unidad referida a la magnitud derivada velocidad. Equivale a 1 milla por hora.

Para medir longitudes hay multitud de instrumentos desde la regla, la cinta métrica hasta sofisticados metros digitales capaces de medir distancias enormes.

2.2. La magnitud de masa. Unidades de medida e instrumentos de medición.

Se llama masa a la cantidad de materia que tiene un cuerpo. Para la masa los franceses definieron el gramo como la masa de un centímetro cúbico de agua a 4 grados centígrados.

Otras unidades de la masa son:

- La libra es la cantidad de masa correspondiente a 0'4536 kg.
- La onza es la cantidad de masa que se emplea como unidad base para determinar el precio de metales preciosos como el oro, la plata o el platino y equivale a 28'53 g.

Entre los instrumentos más utilizados para medir la masa están las balanzas.

2.3.La magnitud tiempo. Unidades de tiempo e instrumentos de medición.

Se define actualmente como la duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado base del átomo de cesio-133.(XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).

Otras unidades para la medición del tiempo son los minutos, horas, días, años, lustros, décadas o siglos. Tener en cuenta que 1 siglo = 1000 años; 1 lustro = 5 años; 1 año = 365 días y 6 horas; 1 día = 24 horas; 1 hora = 60 minutos; 1 minuto = 60 segundos.

El instrumento básico para la medición del tiempo es el reloj. Existen relojes de arena, solares, digitales.

2.4.La magnitud temperatura. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La temperatura mide el nivel térmico de los cuerpos, es decir su nivel de calor o de frío. La unidad de medida es el grado Kelvin(K). El Kelvin se define como la fracción $1/273'16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (XIII Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967). Existen otras unidades de medición de la temperatura:

- La escala Celsius asigna el valor 0 al punto de fusión del hielo y el valor 100 al de ebullición del agua.
- La escala Fahrenheit asigna el valor 32 al punto de fusión del hielo y 212 al de ebullición del agua. Esta escala es muy utilizada por los países anglosajones.

Las relaciones entre las escalas Celsius, Fahrenheit y Kelvin son las siguientes:

$$K = ^\circ C + 273 \qquad \frac{^\circ C}{100} = \frac{^\circ F - 32}{180}$$

Todo instrumento que sirve para medir temperatura se denomina termómetro. Existen una infinidad de termómetros distintos: El más famoso es el termómetro de mercurio.

2.5.La magnitud intensidad de corriente. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La magnitud de intensidad de corriente podemos definirla como la cantidad de carga eléctrica que circula por una sección de un conductor en la unidad de tiempo.

La unidad de medida del S.I. es el amperio que se define formalmente como la intensidad de una corriente constante que, mantenida en dos conductores paralelos rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a $2 \cdot 10^{-7}$ N por metro de longitud (IX Conferencia General de Pesas y Medidas, 1948).

Dos instrumentos que sirven para medir y variar la intensidad de corriente son el amperímetro y el reostato o cursor.

2.6. La magnitud intensidad luminosa. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y cuya intensidad energética en esa dirección es de $1/683$ vatios por estereorradián (XVI Conferencia General de Pesas y medidas).

2.7. La magnitud cantidad de materia. Unidad de medida e instrumentos de medición.

La cantidad de materia expresa el número de entidades elementales que las constituyen. De este modo, se define mol como el número de entidades elementales equivalente a los átomos existentes en 12 gramos de carbono-12. Actualmente se sabe que ese número de átomos es $N = 6'023 \cdot 10^{23}$, llamado número de Avogadro.

Los instrumentos de medición son sofisticados aparatos digitales de laboratorio.

2.8. Magnitudes derivadas. Unidades de medida e instrumentos de medición.

Las magnitudes superficie volumen, velocidad, fuerza, presión, etc. son derivadas puesto que se pueden expresar mediante magnitudes fundamentales. Así, se observa como:

- Superficie = Longitud x longitud.
- Volumen = Longitud x longitud x longitud.
- La velocidad es la longitud recorrida en un determinado intervalo de tiempo. Su unidad de medida según el S.I. será m/s.
- La fuerza se puede reescribir mediante la segunda ley de Newton: $F = m \cdot a$. Su unidad de medida según el S.I. será $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$, que es lo que equivale a la unidad de medida Newton (N). También se puede medir con la unidad de medida kilopondio (kp).
- La presión se define como la fuerza realizada sobre la unidad de superficie. Su unidad de medida según el S.I. será $\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}^2$, que equivale a Newton/m^2 que es lo que se conoce como Pascal (Pa). También se puede medir con la unidad de medida atmósfera.

Para medir la velocidad se utilizan velocímetros; para determinar volúmenes se usan pipetas, buretas, etc.; para medir la presión se utilizan barómetros de muchas clases, etc.

2.9. Un ejemplo de magnitud fuera de la física: El dinero. Unidades de medida e instrumentos de medición.

La magnitud dinero responde a utilidades económicas y de intercambio. Muchas son las unidades de medida que han utilizado las diversas civilizaciones, países, etc. durante todo el proceso de evolución del ser humano.

Desde los antiguos dracmas griegos o los sestercios romanos, hasta los actuales dólares o euro. Cada unidad monetaria tiene sus correspondientes múltiplos y submúltiplos que van preferentemente marcados por los tipos de monedas y billetes del sistema. En otros tiempos las monedas se tallaban en metales muy valiosos como el oro, plata, bronce, platino. Actualmente las monedas carecen prácticamente de valor.

.....
.....
.....
.....
.....

CUESTIONES PARA EL REPASO

TEMA 23

1. DEFINIR MAGNITUD Y DETERMINAR LOS TIPOS DE MAGNITUDES QUE HAY ASÍ COMO DAR EL NOMBRE DE LAS SIETE MAGNITUDES FUNDAMENTALES.
2. DEFINIR CAMBIO DE UNIDADES Y DETERMINAR ALGÚN TIPO DE CAMBIO ENTRE DOS UNIDADES DE UNA MISMA MAGNITUD.

.....
.....
.....
.....
.....

SOLUCIONES A LAS CUESTIONES DE REPASO DEL TEMA 23.**1. DEFINIR MAGNITUD Y DETERMINAR LOS TIPOS DE MAGNITUDES QUE HAY ASÍ COMO DAR EL NOMBRE DE LAS SIETE MAGNITUDES FUNDAMENTALES.**

Magnitud es cualquier propiedad de los cuerpos que es susceptible de ser medida. Existen siete magnitudes básicas o fundamentales: Longitud, Masa, Tiempo, Temperatura, Intensidad de corriente, Intensidad luminosa, Cantidad de sustancia. Las restantes magnitudes físicas son consideradas como derivadas de las anteriores en tanto que se pueden expresar mediante relaciones o leyes físicas en función de estas.

Hay dos tipos de magnitudes:

- **Magnitudes escalares:** Están medidas exclusivamente por un número seguido de la unidad empleada.
- **Magnitudes vectoriales:** Están medidas por un vector. Llamaremos vector al segmento orientado que tiene módulo (lo que mide), dirección (recta que lo contiene o cualquier paralela a ella) y sentido (modo de recorrer la trayectoria recta).

2. ¿QUÉ ES UN CAMBIO DE UNIDADES?. DETERMINAR ALGÚN TIPO DE CAMBIO ENTRE DOS UNIDADES DE UNA MISMA MAGNITUD.

Los cambios de unidad se definen mediante funciones y nos permiten calcular el valor en cierta unidad conocido su valor en otra diferente. Entre los cambios de unidad más básicos y fáciles están los cambios de tipo lineal que son aquellos en los que la relación se obtiene mediante la multiplicación/división de un valor por/entre un factor llamado de conversión. Por ejemplo esta la relación entre la caloría y el Julio a la hora de medir el calor: $1 \text{ Cal} = 4'18 \text{ J}$.

.....
.....
.....
.....