

de los trabajos de científicos-filósofos tales como Mach, - - Einstein y Bohr.

Si eliminamos el estudio de la física en nuestros cursos, también sería utópico estudiar el desarrollo histórico industrial que siguió a la máquina Watt, la batería de Volta, los motores y generadores de Faraday, etc,. Una ciencia tan cercana como la química no pudo haber sido desarrollada sin los modelos de los gases y las teorías de la estructura atómica que fueron ampliamente trabajadas por los físicos. En conclusión, la importancia de cualquier campo del conocimiento, incluyendo la física, es una parte integral del total conocimiento del pensamiento.

Aun más cerca de la física, se hallan un grupo de ciencias contiguas conocidas por los nombres de *Astrofísica*, *Geofísica* y *Biofísica*. La Astrofísica es la física del mundo astronómico, podemos decir que la situación y la identificación de las estrellas son problemas de la astronomía, mientras que el estudio de lo que hace brillar a las estrellas es una parte de la astrofísica. La Geofísica trata de la física de nuestra Tierra y la Biofísica de la física de los seres vivos.

A continuación se muestra una figura que te servirá para comprender mejor las relaciones de la física con otras ciencias.

"SISTEMAS DE MEDICIÓN"

Para los que estamos acostumbrados a medir el tiempo de la forma usual, una milésima de segundo es -- igual a cero. Estos intervalos de tiempo empezaron a utilizarse en la práctica hace poco relativamente. Cuando el tiempo se determinaba por la altura del Sol o por la longitud de las sombras, no podía haberse ni siquiera de minutos de exactitud. Se consideraba que un minuto era una magnitud demasiado pequeña...

OBJETIVOS.

- 1.- Reconocer los múltiplos y submúltiplos de los diferentes sistemas de unidades.
- 2.- Distinguir entre unidades fundamentales, derivadas y especiales.
- 3.- Definir los conceptos de conversión de unidades y factor de conversión.
- 4.- Resolver problemas de conversión de unidades de Longitud, Area, Volumen, Masa y tiempo.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Lectura general del capítulo II del libro de texto.
- 2.- Analiza y memoriza los valores de los múltiplos y submúltiplos en los sistemas M.K.S. e Inglés.

- 3.- Analiza los problemas de conversión de unidades que estén resueltos.
- 4.- Resuelve los problemas dados en el capítulo, tomando como base el factor de conversión.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar el examen de esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta, completamente resueltos los problemas del capítulo II.

CAPITULO II

UNIDADES DE MEDICION

2-1 MEDICIONES FUNDAMENTALES.

Todo navegante conoce la importancia de una brújula, un sextante, un reloj y otros instrumentos para mantener el rumbo de su barco. Sin sistemas de navegación todo buque se iría a la deriva. Las consecuencias de navegar sin ningún medio para medir distancias, tiempo o dirección, son solo un ejemplo del caos que reinaría en un medio donde no se realizaran mediciones.

Trata de imaginar los detalles cotidianos de un mundo donde no se estableciera a que distancia, con que rapidez, cuánto tiempo, que voy a comprar, etc. y tendrás una pequeña idea de lo mucho que interviene la medición en nuestras vidas.

Pero, ¿qué es la medición?. La medición es la comparación e igualación de una cosa material con otra tomada como base.

Por lo tanto, podemos tener mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo.

Descripción de Galvani, acerca de la prueba experimental del mismo Galileo en las Dos Nuevas Ciencias.

Se tomó un madero de aproximadamente 12 codos de largo, medio codo de ancho y tres dedos de grueso; en la orilla se le hizo un canal de un poco más de un dedo de ancho; despues de pulir perfectamente ésta ranura y ferrarla con pergamino, que también era lo más liso y pulido que se pudo conseguir, hicimos rodar por ella una pelota dura de bronce, lisa y muy redonda. Habiendo puesto esta tabla en posición inclinada, levantando un extremo uno o dos codos sobre el nivel de la otra, hicimos rodar la bola como lo acaba de decir, tomando nota de la manera que voy a describir, del tiempo transcurrido en el descenso. Repetimos este experimento una y otra vez para medir el tiempo con exactitud tal, que la desviación entre dos observaciones no excediera un décimo de pulsación. Después de realizar esta operación y asegurarnos de su exactitud, hicimos rodar la pelota, pero esta vez solo una cuarta parte de la longitud del canal; y habiendo medido el tiempo de su descenso, vimos que era precisamente un cuarto del anterior. Enseguida probamos con otras distancias, comparando el tiempo de la longitud total con el de la mitad, o el de las dos terceras partes, o el de las tres cuartas partes, o cualquier fracción; en tales experimentos, que repetimos más de 100 veces, siempre encontramos que los espacios recorridos estaban

relacionados entre sí, como el cuadrado de los tiempos y esto funcionaba en todas las inclinaciones del canal sobre el cual hicimos rodar la pelota....

En mediciones de tipo cualitativo, tenemos los siguientes ejemplos.

Maria es más morena que Esthela.
Pedro es más alto que Mario.
El limón es más agrio que la toronja.
Martha es más bonita que Petra.
José es menos notable que Francisco.

En todos estos ejemplos estamos refiriendo a cualidades. Aunque en algunos casos le podemos poner números como en el siguiente ejemplo.

Pedro es 20 cm. más alto que Mario.

(Deja de ser medida cualitativa), en todos los demás es imposible ponerles una magnitud, porque no tenemos ninguna referencia o base numérica.

Maria es 10 (?) más morena que Esthela.
El limón es 15 (?) más agrio que la toronja.
Ramón es 20(?) más inteligente que Roberto.

Todas las mediciones físicas requieren dos elementos: primero, un **número**, y segundo una **unidad**. La unidad es precisamente lo **esencial**, el número expresa la magnitud.

En las mediciones cuantitativas, si tenemos una base (unidad) y le podemos establecer su magnitud. Analizar el fragmento y los siguientes ejemplos:

- 1.- En esta canasta tenemos 15 **manzanas**.
- 2.- El grupo 4 tiene 48 **alumnos**.
- 3.- el ancho de la calle es de 25 **metros**.
- 4.- El ancho de la calle es de 33 **pasos**.
- 5.- El tiempo record para los 100 **metros** planos es de 9.9 **segundos**.
- 6.- El tiempo record para los 1000 **sorteos** es 20
- 7.- Se presentaron 15 **evaluaciones**.
- 8.- La oficina tiene 12 **máquinas** de escribir.
- 9.- Jesús pesa 72 **kilogramos**.

10.- El peso de Mario es de 100 **soliks**.

Aunque existe una cantidad demasiado grande de mediciones cuantitativas (algunas establecidas en los ejemplos anteriores), existen tres cantidades físicas: **masa, longitud y tiempo** que son **fundamentales** para expresar otras magnitudes físicas de la mecánica; por lo tanto, al referirnos a ellas las consideramos como **medidas fundamentales**. En total existen siete medidas fundamentales, y las unidades para medirlas se establecieron por acuerdos internacionales.

Cuando se estudie el calor, será necesario introducir una unidad para la **temperatura**, que también es una medición física fundamental. Posteriormente, al estudiar la luz, se incluirá una quinta unidad para la medición de la **intensidad luminosa**.

Otra medición fundamental que usaremos será **carga eléctrica** y la séptima para la **densidad molecular**.

2-2 UNIDADES PATRÓN.

Tomando como punto de partida las mediciones fundamentales de la mecánica; longitud, masa y tiempo, y la gran variedad de unidades, algunas hasta el arbitrio del que escribe, (ejemplos 6 y 10), y otros usados anteriormente (los mostrados en el fragmento), desde hace mucho tiempo se ha tratado de llegar a un sistema patrón que fuera igual para todos los individuos y naciones.

Muchos patrones se han utilizado a través de la vida humana y aún en nuestros días podemos ver mediciones en por lo menos, cuatro sistemas de unidades: M.K.S., c.g.s., inglés y técnico. Pero los que mejor se adaptan a las mediciones modernas, son los que se basan en el **sistema métrico decimal**, que tuvo su origen en Francia a fines del siglo XVIII. Este sistema tiene su base decimal que lo hace más adecuado y sencillo para medir magnitudes físicas. Casi todos los países del mundo lo han adoptado en forma oficial. El congreso de los Estados Unidos también legalizó el uso del mismo en ese país.

TABLA 2-A. MEDICIONES FUNDAMENTALES.

FUNDAMENTAL	M.K.S.	C.G.S.	INGLES
LONGITUD	Metro	Centimetro	Pie
MASA	Kilogramo	Gramo	Libra
TIEMPO	Segundo	Segundo	Segundo

En el sistema Internacional de medidas podemos incluir los sistemas M.K.S. y c.g.s. En el primero, tenemos las unidades patrón metro, kilogramo y segundo, que corresponden a las medidas de longitud, masa y tiempo respectivamente. Y en el c.g.s. tenemos centimetro, gramo y segundo, también para la longitud, masa y tiempo respectivamente.

El metro se define como 1 650 763.73 veces la longitud de onda de la luz rojo-anaranjado emitida por el kriptón 86, en el vacío.

El kilogramo se define como la masa de un cilindro denominado kilogramo patrón o kilogramo estándar, que se conserva en Sevres, Francia.

El segundo se define como 9 192 631 771 (9.19 x 10⁹) vibraciones atómicas del cesio-133.

2-3 SISTEMA TECNICO.

En el sistema técnico de unidades, la unidad patrón de tiempo sigue siendo el segundo y la de longitud el metro. Pero para las mediciones de masa se utiliza la u.t.m., ó *unidad técnica de masa*, cuya equivalencia encontraremos ahora.

De la fórmula: $P = mg$, donde "P" es el peso, "m" la masa y "g" la gravedad, despejando la variable "m" quedaría de la siguiente forma:

$$m = \frac{P}{g}$$

Analizando la equivalencia de la u.t.m. con el sistema M.K.S. sustituimos las unidades del peso (P) que son Kgf (Kilogramos Fuerza) y las unidades de la gravedad (g) que son m/seg²

$$m = \frac{P}{g} = \frac{\text{Kgf}}{\text{m/seg}^2}$$

que se puede escribir también de la siguiente manera:

$$\left[\begin{array}{l} > \text{Kgf} \\ \left[\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} 1 \\ \text{m} \end{array} \right] \\ > \text{seg}^2 \end{array} \right] \end{array} \right]$$

M.K.S U.T.M

multiplicando "extremo por extremo" y "medio por medio" tenemos:

$$m = \frac{\text{Kgf (seg}^2)}{\text{m(1)}} = \frac{\text{Kgf seg}^2}{\text{m}} = \text{u.t.m.}$$

Haciendo ahora el análisis de la equivalencia con el sistema inglés, las unidades de peso serán Lbf (libras fuerza) y las de gravedad (g) pies /seg²

$$m = \frac{P}{g} = \frac{\text{Lbf}}{\text{pies/seg}^2} = \left[\begin{array}{l} > \frac{\text{Lbf}}{1} \\ > \frac{1}{\text{pies}} \\ > \frac{1}{\text{seg}^2} \end{array} \right] = \frac{\text{Lbf seg}^2}{\text{pie}} = \text{slug}$$

NOTA:

En la equivalencia con el sistema inglés, a la u.t.m. se le llama *slug*.

TABLA 2-B. Sistema Inglés

	M.K.S.	C.G.S.	INGLES
Longitud	Metro	Centimetro	Pie
Masa	kgf seg ² u.t.m.	gf seg ² c.u.t.m.	lb ^f seg ² pie
Tiempo	Segundo	Segundo	Segundo

TABLA 2-C. Unidades de Fuerza

	M.K.S.	C.G.S.	INGLES
C.F.	kg m seg ⁻²	g cm seg ⁻²	lb pie seg ⁻²
	newton	dina	
S.T.	kg ^f	gf	lb ^f

2-4 UNIDADES MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS.

En muchas ocasiones tenemos mediciones que por ser muy grandes o muy pequeñas, tenemos que buscar con que se nos facilite el manejo de estas mediciones:

EJEMPLO: Medir el ancho de un lápiz con un metro (?)
Medir la masa de un pájaro con una báscula graduada en kilogramos.

Por esta razón, cada una de las unidades patrón tienen divisiones o existen unidades en que la unidad patrón cabe varias veces. A las unidades que nos representan divisiones de la unidad patrón (unidades menores), se les llama *submúltiplos*, y a las unidades en que la unidad patrón cabe varias veces (unidades mayores), se les denomina *múltiplos*.

Debido a que es más sencillo y más usual el sistema métrico decimal, en las tablas D, E y F, están algunos datos que te serán muy útiles en tu curso de física.

TABLA 2-D MÚLTIPLOS.

EQUIVALENCIA			
NOMBRE	SÍMBOLO	FORM. DEC.	FORM. EXP.
LONGITUD			
Kilómetro	Km.	1000	10 ³ m
Hectómetro	Hm.	100	10 ² m
Decámetro	Dm.	10	10 ¹ m
MASA			
Tonelada	Tn.	1000 kg.	10 ³ kg.
TIEMPO			
Día	d	86400 seg.	8.64 x 10 ⁴ seg
Hora	hr	3600 seg.	3.6 x 10 ³ seg
Minuto	min	60 seg.	6.0 x 10 ¹ seg

TABLA 2-E. SUBMÚLTIPLOS.

		EQUIVALENCIA			
NOMBRE	SÍMBOLO	FORM. DEC.		FORM. EXP.	
LONGITUD					
Decímetro	dm.	0.1	m.	10 ⁻¹	
Centímetro	cm.	0.01	m.	10 ⁻²	
Milímetro	mm.	0.001	m.	10 ⁻³	
Micro		0.000001	m.	10 ⁻⁶	
Angstrom	Å	0.0000000001	m.	10 ⁻¹⁰	
MASA					
Hectogramo	hg	0.1	kg.	10 ⁻¹	
Decagramo	dg	0.01	kg.	10 ⁻²	
Gramo	g	0.001	kg.	10 ⁻³	
Decigramo	dag	0.0001	kg.	10 ⁻⁴	
Centigramo	cg	0.00001	kg.	10 ⁻⁵	
Miligramo	mg	0.000001	kg.	10 ⁻⁶	
TIEMPO					
Décimo de seg.		0.1	seg.	10 ⁻¹	
Centésimo de s.		0.01	seg.	10 ⁻²	
Milésimo de seg.		0.001	seg.	10 ⁻³	

TABLA 2-F. Otros prefijos para Mult. y Submult.

PREFIJO	SÍMBOLO	EQUIV. EXP.
SUBMÚLTIPLOS.		
pico	p	10 ⁻¹²
nano	n	10 ⁻⁹
micro	μ	10 ⁻⁶
milli	m	10 ⁻³
MÚLTIPLOS		
kilo	k	10 ³
Mega	M	10 ⁶
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²

2-5 ALGUNAS UNIDADES DEL SISTEMA INGLÉS.

El sistema inglés de unidades de medida, tiende a desaparecer, pero aún existe uso de ellos. En las siguientes tablas tenemos otras unidades del sistema inglés con equivalencias al métrico.

TABLA 2-G. OTRAS EQUIVALENCIAS.

EQUIVALENCIA EN:					
	PULGADA	PIE	YARDA	MILLA	METRO
PULGADA	1	1/12	1/36	1/63360	0.0254
PIE	12	1	1/3	1/5280	0.3048
YARDA	36	3	1	1/1760	0.9144
MILLA	63360	5280	1760	1	1609
METRO	39.37	3.28	1.094	6.21x10 ⁻⁴	1

TABLA 2-H. Otras Equivalencias.

EQUIVALENCIA EN					
	DNZA	LIBRA	GRAMO	KILOGRAMO	TONELADA
DNZA	1	1/16	28.35	2.835x10 ⁻²	2.835x10 ⁻⁵
LIBRA	16	1	453.6	0.4536	4.536x10 ⁻⁴
GRAMO	3.52 x 10 ⁻²	2.2 x 10 ⁻³	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶
KILOGRAMO	35.27	2.2	10 ³	1	10 ⁻³
TONELADA	3.53 x 10 ⁴	2.2 x 10 ³	10 ⁶	10 ³	1

TABLA 2-I. OTRAS UNIDADES.

UNIDADES LINEALES	UNIDADES DE SUPERFICIE	UNIDADES DE VOLUMEN			
	m. ²	m. ³			
Pulgada	2.54x10 ⁻²	Pulgada ²	6.45x10 ⁻⁴	Pulgada ³	1.639x10 ⁻⁵
Pie	3.05x10 ⁻¹	Pie ²	9.29x10 ⁻²	Pie ³	2.832x10 ⁻²
Yarda	9.14x10 ⁻¹	Yarda ²	8.36x10 ⁻¹	Yarda ³	7.646x10 ⁻¹

Entre unidades de capacidad o volumen tenemos:

Galón = 3.78 litros.
Bushel = 35.24 litros.

3.78 l + 105

Un litro corresponde a un volumen de 1000 cm³

2-6 FACTOR DE CONVERSIÓN.

El Factor Conversión es una expresión que como su nombre lo indica (factor) se va a multiplicar una cantidad dada, con sus respectivas unidades y se va a transformar en su equivalente en otras unidades de medida establecidas en dicho factor.

En cualquier equivalencia de unidades de medida se pueden obtener dos factores de conversión. Por ejemplo, 1 metro es igual a 1000 mm (10³mm).

Estableciendo la igualdad tenemos:

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ m}$$

1o.- En el lado izquierdo de la igualdad tenemos las unidades "metros" que esta multiplicando al 1. Por lo tanto, lo pasamos al lado derecho de la igualdad, pero cumpliendo con su regla matemática, es decir, pasa dividiendo.

La expresión nos quedaría:

$$1 = 1000 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$1 = 10^3 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

60 2.2 Suma múltiplos

Por lo tanto, el factor de conversión de metros a milímetros sería:

$$\left[1000 \frac{\text{m}}{\text{m}} \right] \text{ (Léase: Mil milímetros por metro.)}$$

$$1.639 \times 10^{-5}$$

27

$$0.00001639$$

$$2200 \cdot 2.2 = 0.0022$$

2o. Si deseamos el factor de conversión del milímetro a metros, entonces de la misma igualdad.

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ m m.}$$

Cambiamos al lado izquierdo la expresión 1000 m m, cumpliendo con su regla matemática y quedaría:

$$\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ m m}} = 1$$

Por lo tanto el factor de conversión, analizando operación será:

$$\left[\frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ m m}} \right] \quad (\text{Léase: 1 metro por cada 1000 m m})$$

$$\left[\frac{0.001 \text{ m}}{\text{mm}} \right] \quad (\text{Léase: 1 milésima de metro por cada m m})$$

$$\left[\frac{10^{-3} \text{ m}}{\text{mm}} \right] \quad (\text{Léase: } 10^{-3} \text{ metros por cada m m})$$

EJEMPLO.

Obtener el factor de la conversión de Kilómetros a metros:

$$1 \text{ Km} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 = 10^3 \text{ m/Km}$$

$$\left[10^3 \text{ m/Km} \right]$$

EJEMPLO.

Obtener el factor de conversión de pulgadas a centímetros.

$$1 \text{ pulg} = 2.54 \text{ cm}$$

$$1 = 2.54 \text{ cm/pulg.}$$

$$\left[2.54 \text{ cm/pulg} \right]$$

EJEMPLO.

Obtener el factor de conversión de metros a kilómetros (resolver).

$$1 = \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}}$$

EJEMPLO.

Obtener el factor de la conversión de centímetros a pulgadas. (resolver).

$$2.54 \text{ cm} = 1 \text{ pulg}$$

$$2.54 = 1 \text{ pulg/cm}$$

$$\left[1 \text{ pulg/cm} \right]$$

$$1 = \frac{1 \text{ pulg}}{2.54 \text{ cm}}$$

EJEMPLO.

Obtener el factor de conversión de centímetros a pies.

$$30.48 \text{ cm} = 1 \text{ pie}$$

$$1 = \frac{1 \text{ pie}}{30.48 \text{ cm}}$$

$$\left[\frac{1 \text{ pie}}{30.48 \text{ cm}} \right]$$

Hacerlo inmediatamente.

1.- Obtener los factores de conversión de los siguientes casos:

- ✓ a) Pulgadas a metros
- ✓ b) Millas a kilómetros.
- ✓ c) Onzas a kilogramos.
- ✓ d) Horas a segundos.
- ✓ e) Segundos a minutos.
- f) Galones a litros.
- g) Minutos a horas.
- h) Pies a metros.
- i) Libras a kilogramos.
- j) Gramos a kilogramos.

EJEMPLO.

Obtener el factor de conversión de pies a centímetros. (resolver)

$$1 = \frac{30.48 \text{ cm}}{1 \text{ pie}}$$

$$30.48 / \text{pie}$$

$$1 \text{ hora} = 60 \text{ seg}$$

$$\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ seg}}$$

$$60 = 1 \text{ hora}$$

$$60 = 1 \text{ hora} / \text{minutos}$$

$$1 = \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}}$$

$$\left[\frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} \right]$$

$$\left[\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right]$$

$$\left[\frac{1 \text{ h}}{3.78 \text{ ltr}} \right]$$

$$\left[\frac{1}{60 \text{ minutos}} \right]$$

$$\left[\frac{1 \text{ pie}}{30.48 \text{ cm}} \right]$$

$$\left[\frac{1 \text{ lb}}{453.6 \text{ g}} \right]$$

$$\left[\frac{1 \text{ g}}{10^3} \right]$$

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

$$60 = 1 \text{ hora}$$

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

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

2-7 CONVERSIÓN DE UNIDADES.

Se puede hacer la conversión de cualquier medición en un sistema de unidades a otro (M.K.S. a inglés, c.g.s a - - M.K.S., inglés a c.g.s. etc.), también puede ser una unidad múltiplo o viceversa o cualquiera de ellas a la unidad patrón, pero debe tenerse la precaución de considerar que deben ser de la misma medición fundamental, es decir no podemos hacer conversión de unidades de longitud a unidades de Masa, de uni