

UNIDAD 2

SISTEMAS DE MEDICIÓN.

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

OBJETIVOS:

- 1.- Definir el concepto de cantidad física (número y unidad).
- 2.- Expresar el concepto de sistema de medición.
- 3.- Mencionar las tres cantidades físicas en la mecánica que son consideradas como fundamentales.
- 4.- Reconocer las unidades patrón del Sistema Internacional o S. I. (M.K.S y c.g.s), Inglés y Técnico.
- 5.- Reconocer los múltiplos y submúltiplos de los diferentes sistemas de medición.

6.- Distinguir entre **unidades fundamentales, derivadas y especiales.**

7.- Definir el concepto de **conversión de unidades y factor de conversión.**

8.- Resolver problemas de **conversión de unidades de Longitud, área, volumen, masa y tiempo.**

PROCEDIMIENTO:

1.- Lectura general del capítulo 2 del libro de texto.

2.- Analiza y memoriza las equivalencias de los múltiplos y submúltiplos en cada uno de los sistemas de medición con respecto a la unidad patrón.

3.- Analiza despacio los problemas resueltos de localización del factor de conversión y de conversión de unidades.

4.- Resuelve los problemas que vienen junto a los resueltos tratando de seguir los pasos desarrollados por estos.

REQUISITO:

Para tener derecho a presentar la evaluación de esta unidad, deberás entregar en hojas tamaño carta, con **EXCELENTE PRESENTACIÓN** y completamente resueltos los problemas de la autoevaluación del capítulo 2.

CAPÍTULO 2

UNIDADES DE MEDICIÓN.

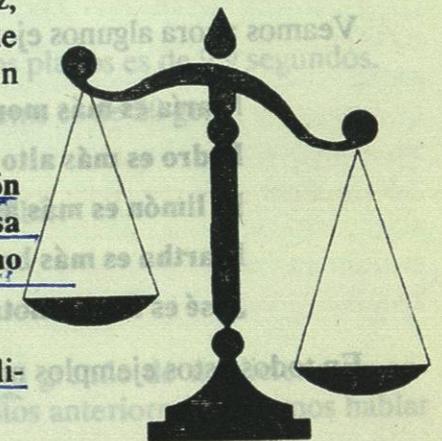
2-1 MEDICIONES FUNDAMENTALES.

Todo navegante conoce la importancia de una brújula, de un sextante, de un reloj y otros instrumentos necesarios para mantener el rumbo de su barco. Sin sistemas de navegación todo buque 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 qué distancia, con qué rapidez, en cuanto tiempo, y tendrás una clara 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 que se ha tomado como base.

Puede haber mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo.



A continuación presentamos una descripción de Salviati acerca de la prueba experimental de Galileo en su libro "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; después de pulir perfectamente esta ranura y forrarla 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 acabo 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; habiendo medido el tiempo de su descenso, vimos que era precisamente un cuarto del anterior. En seguida 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..."

Veamos ahora algunos ejemplos de tipo cualitativo:

María 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 nos estamos refiriendo a cualidades.

Aunque en algunos casos le podemos poner número a dichas cualidades como en el siguiente ejemplo:

Pedro es 20 cm más alto que Mario

En este caso, la medición deja de ser cualitativa. En todos los demás es imposible ponerles una magnitud, porque no tenemos ninguna referencia o base numérica.

María 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 solo expresa la magnitud.

En las mediciones cuantitativas, si tenemos una base (unidad) podemos establecer la magnitud. Analiza el fragmento de Salviati 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 récord para los 100 metros planos es de 9.9 segundos.
- 6.- El tiempo récord para los 1000 sortems es de 20 ges.
- 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), podemos hablar

de tres cantidades físicas: **masa, longitud y tiempo**. Estas son **fundamentales** para expresar otras magnitudes físicas de la mecánica, por lo tanto, al referirnos a ellas las consideraremos 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.

Otras mediciones fundamentales que usaremos son la 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**) así como la gran variedad de unidades, algunas hasta del arbitrio del que escribe, (ejemplos 6 y 10), u otros usados anteriormente (los mostrados en el fragmento), desde hace mucho tiempo se ha tratado de establecer un sistema patrón que sea igual para todos los individuos y naciones.

A través de la vida humana se han utilizado muchos patrones de medición. Inclusive 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 las que se basan en el **Sistema Métrico Decimal**, que tuvo su origen en Francia, a fines del siglo XVIII. Este sistema tiene una base decimal que lo convierte en el más adecuado y sencillo para medir magnitudes físicas. Casi todos los países del mundo lo han adoptado en forma oficial; inclusive el Congreso de los Estados Unidos legalizó su uso en ese país.

TABLA 1-A MEDICIONES FUNDAMENTALES.

FUNDAMENTAL	M.K.S.	c.g.s.	INGLÉS
LONGITUD	Metro	Centímetro	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.** El primero contiene las unidades patrón: **Metro, Kilogramo y segundo**, que corresponden a las mediciones de **longitud, masa y tiempo**, respectivamente; y el **c.g.s** incluye el **centímetro, el gramo y el 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-anaranjada emitida por el kriptón 86, en el vacío.*

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

El **Segundo** se explica como *9 192 631 771 (9.19×10^9) vibraciones atómicas del cesio-133.*

2-3 SISTEMA TÉCNICO.

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., o unidad técnica de masa**, cuya equivalencia se explica según la fórmula siguiente:

$P = mg$, donde "**P**" es el peso, "**m**" la masa y "**g**" la gravedad. Al despejarla, la variable "**m**" quedaría de la siguiente forma:

$$m = P/g$$

Al comparar la equivalencia de la **u.t.m.** con el sistema M.K.S., se sustituyen las unidades de peso (P), que son **Kgr** (kilogramos fuerza), y las unidades de la gravedad (g), que son m/seg^2 , quedando:

$$m = P/g$$

$$m = kgf/m/seg^2$$

que se puede escribir también de la siguiente forma:

$$\frac{kgf}{\frac{1}{\frac{m}{seg^2}}}$$

Al multiplicar "extremo por extremo" y "medio por medio" tenemos:

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

Haciendo ahora el análisis de la equivalencia con el sistema inglés, las unidades de peso serán **lbf** (libras fuerza) y la gravedad (g) $pies/seg^2$

$$m = P/g$$

$$m = lbf/pies/seg^2$$

$$\frac{lbf}{\frac{1}{\frac{pies}{seg^2}}}$$

$$= lbf \text{ seg}^2/pie$$

$$= slug$$

TABLA 2-B SISTEMA TÉCNICO.

	M.K.S.	c.g.s.	INGLÉS
Longitud	Metro	Centímetro	Pie
Masa	kgf-seg ² /m utm	gf-seg ² /cm utm	lbf-seg ² /pie slug
Tiempo	Segundo	Segundo	Segundo

TABLA 2-C UNIDADES DE FUERZA.

	M.K.S.	c.g.s.	INGLÉS
S. I.	kg-m/seg ²	g-cm/seg ²	lb-pie/seg ²
	newton	dina	
S. I.	kgf	gf	lbf

2-4 UNIDADES MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS.

A veces nos encontramos con mediciones muy grandes o, por el contrario, excesivamente pequeñas, en cuyo caso se hace necesario buscar la manera de facilitar el manejo de las mismas.

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

Por esta razón, cada una de las unidades patrón tienen divisiones, o bien existen unidades en las que la unidad patrón cabe varias veces. A las unidades que representan divisiones de la unidad patrón (unidades menores) se les llama **submúltiplos**, mientras que a las unidades en las 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 se presentan algunos datos que serán de mucha utilidad en este curso de Física I.

TABLA 2-D MÚLTIPLOS.

EQUIVALENCIA			
NOMBRE	SÍMBOLO	FORM. DEC.	FORM. EXP.
LONGITUD			
Kilómetro	km	1000 m	10^3 m
Hectómetro	hm	100 m	10^2 m
Decámetro	dam	10	10^1 m
MASA			
Tonelada	Tn	1000 kg	10^3 kg
TIEMPO			
Día	d	86400 seg	8.64×10^4 seg
Hora	h	3600 seg	3.6×10^3 seg
Minuto	min	60 seg	6.0×10^1 seg

TABLA 2-E SUBMÚLTIPLOS.

EQUIVALENCIA			
NOMBRE	SÍMBOLO	FORM. DEC.	FORM EXP.
LONGITUD			
Decímetro	dm	0.1 m	10^{-1} m
Centímetro	cm	0.01 m	10^{-2} m
Milímetro	mm	0.001 m	10^{-3} m
Micra	μ	0.000001 m	10^{-6} m
Angstrom	Å	0.0000000001 m	10^{-10}
MASA			
Hectogramo	hg	0.1 kg	10^{-1} kg
Decagramo	dg	0.01 kg	10^{-2} kg
Gramo	g	0.001 kg	10^{-3} kg
Decigramo	dag	0.0001 kg	10^{-4} kg
Centigramo	cg	0.00001 kg	10^{-5} kg
Miligramo	mg	0.000001 kg	10^{-6} kg
TIEMPO			
Décima de seg.		0.1 seg	10^{-1} seg.
Centésima de seg		0.01 seg	10^{-2} seg.
Milésima de seg		0.001 seg	10^{-3} seg

TABLA 2-F EQUIVALENCIAS.

U. LINEALES		U. DE ÁREA		U. DE VOLUMEN	
m		m^2		m^3	
Pulg.	2.54×10^{-2}	Pulg. ²	6.45×10^{-4}	Pulg. ³	1.639×10^{-5}
Pie	3.05×10^{-1}	Pie ²	9.29×10^{-2}	Pie ³	2.832×10^{-2}
Yarda	9.14×10^{-1}	Yarda ²	8.36×10^{-1}	Yarda ³	7.646×10^{-1}

TABLA 2-G OTROS PREFIJOS PARA MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS.

PREFIJO	SÍMBOLO	EQUIV. EXP.
SUBMÚLTIPLOS		
pico	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
micro	μ	10^{-6}
mili	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, aunque todavía se hace uso de él. En las siguientes tablas se muestran otras unidades del sistema inglés, con las respectivas equivalencias al sistema métrico.

Entre las unidades de capacidad o volumen se encuentran:

galón	= 3.78 litros.
bushel	= 35.24 litros.
litro	= 1000 cm^3

TABLA 2-H OTRAS EQUIVALENCIAS (LONGITUD).

	EQUIVALENCIA EN:				
	PULG.	PIE	YARDA	MILLA	METRO
PULG.	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	6.21×10^{-4}	1

TABLA 2-I OTRAS EQUIVALENCIAS (MASA).

	EQUIVALENCIA EN:				
	ONZA	LIBRA	GRAMO	KILOGR	TON.
ONZA	1	1/16	28.35	2.835×10^{-2}	2.84×10^{-5}
LIBRA	16	1	453.6	0.4536	4.54×10^{-4}
GRAMO	3.52×10^{-2}	2.2×10^{-3}	1	10^{-3}	10^{-6}
KILOGRAMO	35.27	2.2	10^3	1	10^{-3}
TONELADA	3.53×10^4	2.2×10^3	10^6	10^3	1

2-6 FACTOR DE CONVERSIÓN.

Como su nombre lo indica, el factor de conversión se refiere a una expresión que se va a multiplicar por 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 (10^3 mm).