ral de pesas y medidas, adoptó una forma revisada del sistema M.K.S. para uso internacional. Este sistema de unidades se llama: Sistema internacional de unidades, abreviándose así: SI.

En el sistema SI, además del sistema M.K.S., se cuenta con el sistema cegesimal: C.G.S., representando la C al centímetro, la G al gramo y la S al segundo. El centímetro no es un patrón unidad de longitud, sino un submúltiplo del metro-patrón. El gramo no es un patrón unidad de masa, sino un submúltiplo del kilogramo-patrón.

Ahora nos referimos al sistema inglés de unidades, también perteneciente al sistema absoluto de unidades. En el sistema inglés se han adoptado como patrones de medida: el pié, la libra y el segundo, actuando a la vez como unidades fundamentales de la longitud, de la masa y del tiempo, respectivamente.

En la siguiente tabla 2-2-1, se muestran las unidades fundamentales de cada uno de los tres sitemas de unidades, pertenecientes al sistema absoluto.

TABLA 2-2-1

	SISTEMA ABSOLUTO		
Cantidad física fundamental.	SISTEMAS DE UNIDADES		
	M.K.S.	C.G.S.	INGLES
Longitud	Metro	Centímetro	Pié
Masa	Kilogramo	Gramo	Libra
Tiempo	Segundo	Segundo	Segundo

SISTEMA S.I.

En cuanto al sistema gravitacional, diremos que se diferencía del sistema absoluto, en que, la masa no se considera como una cantidad física fundamental, sino como una cantidad física derivada, siendo las cantidades físicas fundamentales: La longitud, la fuerza, el peso y el tiempo.

El sistema gravitacional se divide a su vez en tres sistemas: El M.K.S. gravitacional, el C.G.S. gravitacional y el B.E. (Sistema Británico de Ingeniería).

En la siguiente tabla 2-2-2, se muestran las unidades fundamentales de cada uno de los tres sistemas, pertenecientes al sistema gravitacional.

TABLA 2-2-2

Cantidad física fundamental.	SISTEMA GRAVITACIONAL SISTEMA DE UNIDADES		
	M.K.S.	C.G.S.	B.E.
Longitud	Metro	Centímetro	Pié
Fuerza o Peso	Kilogramo-fuerza.	Gramo fuerza	Libra-fuerza.
Tiempo	Segundo	Segundo	Segundo

Cabe aclarar que la unidad de masa en el sistema M.K.S. es el kilogramo-masa, en el C.G.S. es el gramo-masa y en el B.E. es el Slug.

El sistema gravitacional será tratado ampliamente en el texto de Física II, al abordar el tema de la Dinámica.

Quedó establecido que las cantidades físicas derivadas son aquellas que se expresan en función de las antidades físicas fundamentales, obteniéndose como un producto de la multiplicación de dos o más cantidades físicas fundamentales, o como un producto de la división de dos o más cantidades físicas fundamentales. Haciendo uso de las dimensiones, lo anterior se aclarará con los siguientes ejemplos

de cantidades físicas derivadas:

Area = L.L = L^2 , Volúmen = L.L.L.= L^3

Velocidad = $\frac{L}{T}$, Aceleración = $\frac{L/T}{T} = \frac{L}{T^2}$

Fuerza = $\frac{ML}{T^2}$

Si usamos el sistema M.K.S. para expresar las unidades de las ecuaciones anteriores, tenemos:

Area = Metros Cuadrados

Volúmen = Metros cúbicos

Velocidad = Metros/segundo

Aceleración = Metros/seg²

Fuerza = $\frac{\text{Kilogramos-metro}}{\text{Seg}^2}$

A las unidades de las cantidades físicas derivadas se les llama: Unidades derivadas, como son los metros cuadrados, los metros cúbicos, las unidades de velocidad, de aceleración y de fuerza, por lo pronto.

Otras unidades que no pueden incluirse dentro de ninguno de los sistemas de unidades mencionadas, son las llamadas: Unidades auxiliares, como son: El angstrom o el año luz (como unidades de longitud). El Acre o la hectárea (como unidades de área). El litro o la pinta (como unidades de volúmen) o bién, la tonelada o la onza (como unidades de masa).

2-4 FACTORES DE CONVERSION.- Como en éste curso de Física no trataremos con las unidades de masa, el sistema gravitacional lo dejaremos para el siguiente curso de Física II donde si se aplicará. Por lo tanto, usaremos solamente el sistema absoluto y sus unidades fundamentales de longitud, además de las unidades derivadas de área y volúmen.

A continuación mostramos las Tablas 2-4-1, 2-4-2 y 2-4-3, que contienen los factores de conversión de: Longitud, Area y Volúmen respectivamente.

TABLAS

LONGITUD

	cm	METRO	km	plg	pie	milla
1 centímetro =	1	10^{-2}	10^{-5}	0.3937	3.281×10^{-2}	6.214×10^{-6}
1 METRO =	100	1	10^{-3}	39.37	3.281	6.214×10^{-4}
1 kilómetro =	10^{5}	1000	1	3.937×10^{4}	3281	0.6214
1 pulgada =	2.540	2.540×10^{-2}	2.540×10^{-5}	1	8.333×10^{-2}	1.578×10^{-5}
1 pie =	30.48	0.3048	3.048×10^{-4}	12	1	1.894×10^{-4}
1 milla terrestre =	1.609×10^{5}	1609	1.609	6.336×10^{4}	5280	1

1 angstrom (Å) = 10^{-10} m
1 unidad X = 10^{-13} m
1 micra = 10^{-6} m
1 milimicra (mμ) = 10^{-9} m
1 milla marina = 1 852 m = 1.1508 millas terrestres = 6 076.10 pies

1 año luz = 9.4600×10^{12} km
1 parsec = 3.084×10^{13} km
1 braza = 6 pies

1 yarda = 3 pies
1 pértiga = 16.5 pies
1 mil = 10^{-3} plg

AREA

	METRO²	cm²	pie²	plg²	miliplg circular
1 METRO CUADRADO =	1	10^{4}	10.76	1550	1.974×10^{9}
1 centímetro cuadrado =	10^{-4}	1	1.076×10^{-3}	0.1550	1.974×10^{5}
1 pie cuadrado =	9.290×10^{-2}	929.0	1	144	1.833×10^{8}
1 pulgada cuadrada =	6.452×10^{-4}	6.452	6.944×10^{-3}	1	1.273×10^{6}
1 mil circular =	5.067×10^{-10}	5.067×10^{-6}	5.454×10^{-9}	7.854×10^{-7}	1

1 milla cuadrada = 27 878 400 pies² = 640 acres
1 barn = 10^{-28} m²

1 acre = 43 560 pies²

VOLUMEN

	METRO³	cm³	l	pie³	plg³
1 METRO CUBICO =	1	10^{6}	1000	35.31	6.102×10^{4}
1 centímetro cúbico =	10^{-6}	1	1.000×10^{-3}	3.531×10^{-5}	6.102×10^{-2}
1 litro =	1.000×10^{-3}	1000	1	3.531×10^{-2}	61.02
1 pie cúbico =	2.832×10^{-2}	2.832×10^{4}	28.32	1	1728
1 pulgada cúbica =	1.639×10^{-5}	16.39	1.639×10^{-2}	5.787×10^{-4}	1

1 galón para fluidos U.S. = 4 cuartos para fluidos U.S. = 8 pintas U.S. = 128 onzas para fluidos U.S. = 231 plg³.
1 galón imperial inglés = el volumen de 10 lb de agua a 62°F = 277.42 plg³.
1 litro = el volumen de 1 kg de agua a su máxima densidad = 1 000.028 cm³.

Si relacionamos una unidad de la columna iz-- quierda de cada tabla con cada una de las cantidades que se encuentran en el mismo renglón, habremos encontrado una serie de factores de conversión. Digamos que hemos seleccionado la tabla 2-4-1 y que nos fijamos en el renglón - de cuyo extremo izquierdo se encuentra: 1M, - encontraremos los siguientes factores de conversión:

1M = 100 cm, 1M= 10^{-3} Km, 1M = 39.3 Pulg,

1M = 3.28 piés y 1M = 6.214 X 10^{-6} Millas

En todos estos factores de conversión encontramos un término común: 1 Metro, el cual se ha igualado a un número diferente con unidades diferentes.

En base a lo anterior se dará una definición del factor de conversión, diciendo: Es la --- equivalencia que hay entre una unidad y un número determinado de unidades de la misma especie.

Se podrá apreciar que en las tablas de factores de conversión, hay unidades más grandes o más chicas que el patrón unidad de medida, --

por ejemplo: El kilómetro que equivale a 1000 metros, la tonelada métrica que equivale a -- 1000 kilogramos, o bién, el centímetro que -- equivale a la centésima parte del metro o del gramo que equivale a la milésima parte del kilogramo. Pués bién, lo anterior nos indica la existencia de múltiplos y submúltiplos del patrón unidad. A continuación se darán las definiciones siguientes:

Un múltiplo es una cantidad más grande que el patrón unidad.

Un submúltiplo es una cantidad más chica que el patron-unidad.

El múltiplo o el submúltiplo usualmente se indican mediante el uso de prefijos (partículas gramaticales que se anteponen al nombre del - patrón unidad correspondiente.

Como un complemento de las tablas de factores de conversión, se muestra la siguiente tabla 2-3-4.

TABLA 2-3-4

Prefijos usados para los submúltiplos y múltiplos de las cantidades métricas.

Submúltiplo	Múltiplo
Deci ....10^{-1}	deca .... 10^{1}
Centi ....10^{-2}	Hecto ...... 10^{2}
Mili ....10^{-3}	Kilo ....10^{3}
Micro ....10^{-6}	Mega ....10^{6}
Nano ....10^{-9}	Giga ....10^{9}
Pico ....10^{-12}	Tera ....10^{12}

A continuación se dará el significado de cada uno de los prefijos de la Tabla 2-3-4.

a) Submúltiplos

deci = décima parte = 10^{-1}

centi = centésima parte = 10^{-2}

Mili = Milésima parte = 10^{-3}

Micro = Millonésima parte = 10^{-6}

Nano = Milmillonésima parte = 10^{-9}

Pico = billonésima parte = 10^{-12}

Si estos prefijos los aplicamos al metro, diríamos: decímetro, o sea la décima parte del metro. Micrometro, o sea la millonésima parte

del metro. También se pueden aplicar al kilogramo, al segundo, al gramo, al pié, o en general, a cualesquier unidad sea fundamental o derivada.

b) Múltiplos:

deca = diez veces = 10^{1}

Hecto = cien veces = 10^{2}

Kilo = Mil veces 10^{3}

Mega = un millón de de veces = 10^{6}

giga = Mil millones de veces = 10^{9}

tera = Un billón de veces = 10^{12}

Aplicando éstos prefijos al metro, diríamos: decámetro o sea diez metros, kilómetro o sea milímetros, gigámetro o sean 1000000000 de metros, etc. También se pueden aplicar a cualesquier unidad de medida, sea fundamental o derivada.

2-5 CONVERSION DE UNIDADES.- Antes de iniciarnos en las operaciones de conversión de unidades, se dará una definición de los que se trata, - diciendo: conversión de unidades es: Una operación algebráica que, mediante el uso de factores de conversión convenientes, se pueden trans--

formar entre si, unidades de la misma especie.

Para resolver cualquier problema de conversión de unidades, es necesario e indispensable ---- aprenderse los factores de conversión más comunes y de preferencia los de longitud, pués --- aprendiéndolos, se podrán resolver los problemas de conversión de áreas y volúmenes como se verá en seguida.

En la resolución de los siguientes problemas, se usará el mismo modelo, con el fín de que se familiaricen con él, aunque no quiere decirse que es la única manera de resolverlos.

2-6 SECCION DE PROBLEMAS RESUELTOS.

1.- CONVERSION DE UNIDADES DE LONGITUD.

a) ¿5.5 metros, a cuántos milímetros equivalen?

Solución-Modelo a usar

$$5.5 \text{ M} = \text{X mm}$$

M significa metros y mm milímetros.

La X representa un número o una cantidad - como el 5.5, 10,500 etc. y es la incógnita buscada.

Entonces el primer paso es despejar la incógnita resultando: $x = 5.5 \frac{\text{M}}{\text{mm}}$

Este primer paso se hará siempre en todos los problemas siguientes, para no repetir la explicación.

El segundo paso es sustituir siempre la unidad mayor por la menor, en éste caso: el metro M por milímetros mm, que como se sabe, el factor de conversión es 1M = 1000 mm por lo tanto:

$x = 5.5 \frac{1000 \text{ m}\cancel{\text{m}}}{\text{m}\cancel{\text{m}}}$ se observará inmediatamente -- que los milímetros se eliminarán entre sí, por Algebra, entonces, solo quedarán:

$x = 5.5 \times 1000 = 5{,}500$

El tercer paso y último, es sustituir el valor de la incógnita x en el modelo y el problema - estará resuelto:

$5.5 \text{ M} = 5{,}500 \text{ mm}.$

De aquí en adelante se mencionará solamente -- los pasos seguidos en éste problema, en todo - el resto de los problemas a resolver.

b) ¿2.2 Km. a cuántos cm. equivalen?

Solución: 2.2. Km = X cm.

Primer paso: $X = 2.2 \frac{\text{Km}}{\text{cm}}$

Segundo paso: $x = 2.2 \frac{1000\ M}{cm}$

$x = 2.2 \frac{1000 \times 100\ \cancel{cm}}{\cancel{cm}}$

$x = 220,000$

Tercer paso: 2.2 Km = 220,000 cm.

c) ¿20 kilómetros a cuántos Megametros equivalen?

Solución: 20 Km = x Megametros

Primer Paso: $x = 20 \frac{Km}{Megámetros}$

Segundo paso: $x = 20 \frac{10^3\ \cancel{M}}{10^6\ \cancel{M}} = 20 \times 10^{-3}$

$x = .020$

Tercer Paso: 2.2 Km = .020 Megámetros

d) ¿35 cm a cuántas pulgadas equivalen?

Solución: 35 cm = x pulg

Primer Paso: $x = 35 \frac{cm}{pulg}$

Segundo Paso: $x = 35 \frac{\cancel{cm}}{2.54\ \cancel{cm}} = 13.779$

Tercer Paso: 35 cm = 13.779 pulg

e) ¿350 M a cuántos piés equivalen?

Solución: 350 M = x piés

Primer Paso: $x = 350 \frac{M}{piés}$

Segundo Paso: $x = 350 \frac{3.28\ \cancel{piés}}{\cancel{piés}}$

$x = 1148$

Tercer Paso: 350 m = 1148 piés

f) ¿8.5 decámetros a cuántas yardas equivalen?

Solución: 8.5 Decámetros = x yardas

Primer Paso: $x = 8.5 \frac{Decámetros}{yardas}$

Segundo Paso: $x = 8.5 \frac{10\ M}{yardas}$

$x = 8.5 \frac{10 \times 1.1\ \cancel{yardas}}{\cancel{yardas}}$

$x = 93.5$

Tercer Paso: 8.5 Decámetros = 93.5 yardas.

g) ¿75 piés a cuántas pulgadas equivalen?

Solución: 75 piés = x pulg

Primer paso: $x = 75 \frac{piés}{pulg}$

Segundo paso: $x = 75 \frac{12\ \cancel{pulg}}{\cancel{pulg}} = 75 \times 12$

$x = 900$

Tercer paso: 75 piés = 900 pulg.

h) ¿3500 piés a cuántas millas equivalen?

Solución: 3500 piés = x millas

Primer paso: $x = 3500 \frac{\text{piés}}{\text{millas}}$

Segundo paso: $x = 3500 \frac{\cancel{\text{piés}}}{5280\ \cancel{\text{piés}}}$

$x = .6628$

Tercer paso: 3500 piés = .6628 millas

2.- CONVERSION DE UNIDADES DE AREA.- En este tipo de conversiones como en el caso que sigue: el de conversión de volúmenes, se seguirán los mismos pasos, pero con algunos agregados;

a) ¿6 cm^2 a cuántos mm^2 equivalen?

Solución: 6 cm^2 = x mm^2

Primer Paso: $x = 6 \frac{cm^2}{mm^2}$

Segundo paso: Como era de esperarse la unidad mayor se sustituye por la unidad menor, pero ahora, después de la sustitución se elevará al cuadrado como sigue:

$$x = 6 \frac{(10\ mm)^2}{mm^2}$$

$$x = 6 \frac{100\ \cancel{mm}^2}{\cancel{mm}^2} = 600$$

Tercer Paso: 6 cm^2 = 600 mm^2

b) ¿20,000 cm^2 a cuántos M^2 equivalen?

Solución: 2000 cm^2 = x M^2

Primer Paso: $x = 2000 \frac{cm^2}{M^2}$

Segundo Paso: $x = 20000 \frac{cm^2}{(100\ cm)^2}$

$$x = 20000 \frac{\cancel{cm}^2}{10000\ \cancel{cm}^2} = 2$$

Tercer Paso: 20,000 cm^2 = 2 M^2.

c) ¿60 Hectáreas a cuántos M^2 equivalen?

Solución: 60 Hectáreas = x M^2

Primer Paso: $x = 60 \frac{\text{Hectáreas}}{M^2}$

Segundo Paso: $x = 60 \frac{10,000\ \cancel{M}^2}{\cancel{M}^2} = 60 \times 10,000$

Tercer Paso: 60 Hectáreas = 600,000 M^2

NOTA: En éste problema, segundo paso, no hubo necesidad de elevar al cuadrado, des---