



Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento: Física

Introducción a la Física
Unidad I

Carreras: Licenciatura y Profesorado en Física

Curso: 1º año. Plan: 2005

Composición de la Cátedra:

Profesor Adjunto: Filippin Francisco Ángel

J.T.P.: Lic. Sonia Mascareño

Año: 2017

Patrones de longitud, masa y tiempo

Las leyes de física se expresan como relaciones matemáticas entre cantidades físicas que introduciremos y analizaremos en este curso. Casi todas estas cantidades son *cantidades derivadas*, en cuanto a que se pueden expresar como combinaciones de un pequeño número de *cantidades básicas*. En mecánica, las tres cantidades básicas son longitud, masa y tiempo; todas las otras cantidades en mecánica se pueden expresar en términos de estas tres.

Al reportar los resultados de una medición a alguien que desea reproducir esta medición, debe definirse un *patrón*. Cualquier patrón que se elija debe ser fácilmente accesible y poseer alguna propiedad que se pueda medir de manera confiable. En 1960, un comité internacional estableció un conjunto de patrones para la longitud, la masa y otras cantidades fundamentales. El sistema se denomina **SI** (Sistema Internacional), y sus unidades de longitud, masa y tiempo son el *metro*, *kilogramo* y *segundo*, respectivamente.

Longitud: metro (m). Se define como la distancia recorrida por la luz en el vacío durante un tiempo de $1/299.792.458$ segundos. En efecto, esta definición establece que la velocidad de la luz en el vacío es precisamente $299.792.458$ metros por segundo.

Masa: kilogramo (Kg). Se define como la masa de un cilindro de aleación de platino-iridio que se conserva en el Laboratorio Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, Francia.

Tiempo: El segundo (s). Se define como $9.192.631.770$ veces el periodo de vibración de radiación del átomo de cesio.

Los prefijos se usan para cambiar las unidades del **SI** en potencias de 10. Así, un décimo de un metro es un decímetro, un centésimo de un metro es un centímetro, mil gramos son un kilogramo. Para usar eficientemente las unidades del **SI**, es importante conocer el significado de los prefijos de la siguiente tabla:

Prefijo	Símbolo	N.C.	Ejemplo
pico	P	1×10^{-12}	picómetro (pm)
nano	n	1×10^{-9}	nanómetro (nm)
micro	μ	1×10^{-6}	microgramo (μ gr)
mili	m	1×10^{-3}	miligramo (mg)
centi	c	1×10^{-2}	centímetro (cm)
deci	d	1×10^{-1}	decímetro (dm)
deca	da	1×10^1	decagramo (dagr)
hecto	h	1×10^2	hectómetro (hm)
kilo	K	1×10^3	kilómetro (km)
mega	M	1×10^6	megagramo (Mgr)
giga	G	1×10^9	gigámetro (Gm)
tera	T	1×10^{12}	terámetro (Tm)

Densidad y masa atómica

A continuación veremos un ejemplo de una cantidad derivada, la densidad. La densidad ρ de cualquier sustancia se define como su *masa por unidad de volumen*. $\rho = m/V$

Por ejemplo, el aluminio tiene una densidad de $2,70 \text{ g/cm}^3$, y el plomo la tiene de $11,3 \text{ g/cm}^3$. Por lo tanto, una pieza de aluminio de 10 cm^3 de volumen tiene una masa de 27 g, mientras que un volumen equivalente de plomo tiene una masa de 113 g.

Análisis dimensional

La palabra *dimensión* tiene un significado especial en física. Denota la naturaleza física de una cantidad. Si una distancia se mide en unidades de pies o metros o pulgadas, continuará siendo distancia. Decimos que su dimensión es *longitud*. Los símbolos que usamos para especificar las dimensiones de longitud, masa y tiempo son L, M y T, respectivamente.

En numerosas situaciones, el estudiante tendrá que deducir o verificar una ecuación específica. El análisis dimensional hace uso del hecho de que las dimensiones pueden ser tratadas como cantidades algebraicas. Por ejemplo, las cantidades se pueden sumar o restar sólo si tienen las mismas dimensiones. Además, los términos de ambos lados de una ecuación deben tener las mismas dimensiones. Al seguir estas sencillas reglas, el estudiante puede usar análisis dimensional para ayudar a determinar si una expresión tiene la forma correcta. La relación puede ser correcta sólo si las dimensiones de ambos lados de la ecuación son iguales.

Unidades de área, volumen, rapidez y aceleración				
Sistema	Área (L ²)	Volumen (L ³)	Rapidez (L/T)	Aceleración (L/T ²)
SI	m ²	m ³	m/s	m/s ²
Sistema inglés	pie ²	pie ³	pie/s	pie/s ²

Conversión de unidades

A veces es necesario convertir unidades de un sistema a otro, o convertir dentro de un sistema, por ejemplo de kilómetros a metros. Las igualdades entre SI y el sistema inglés de ingeniería de unidades de longitud son como sigue:

$$1 \text{ milla} = 1609 \text{ m} = 1,609 \text{ Km}; \quad 1 \text{ pie} = 0,348 \text{ m} = 30,48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 39,37 \text{ pulg} = 3,281 \text{ pies}; \quad 1 \text{ pulg} = 0,0254 \text{ m} = 2,54 \text{ cm}$$

Las unidades se pueden tratar como cantidades algebraicas que se pueden cancelar entre sí. Por ejemplo, suponga que deseamos convertir 15 pulg a centímetros:

$$15 \text{ pulg} = (15 \text{ pulg}) \left(\frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} \right) = 38,1 \text{ cm}$$

Estimaciones y cálculos de orden de magnitud

A veces es útil calcular una respuesta aproximada a un problema físico dado incluso cuando se dispone de poca información. Esta respuesta se puede usar entonces para determinar si es o no es necesario un cálculo más preciso. En ocasiones llamaremos orden de magnitud de cierta cantidad a la potencia de 10 del número que describa esa cantidad. Por lo general, cuando se hace un cálculo de orden de magnitud, los resultados son confiables hasta un factor de 10. Si una cantidad aumenta en valor en tres órdenes de magnitud, esto significa que su valor aumenta en un factor de $10^3 = 1000$. Usamos el símbolo \sim como “es el orden de”. Entonces, $0,0086 \sim 10^{-2}$; $720 \sim 10^3$

Cifras significativas

Cuando se miden ciertas cantidades, los valores medidos se conocen sólo hasta los límites de la incertidumbre experimental. El valor de esta incertidumbre puede depender de varios factores, como la calidad del aparato, la habilidad del experimentador y el número de mediciones efectuadas. El número de cifras significativas en una medición se puede usar para expresar algo acerca de la incertidumbre.

Cuando se multiplican varias cantidades, el número de cifras significativas de la respuesta final es el mismo que el número de cifras significativas de la cantidad que tenga el menor número de cifras significativas. La misma regla se aplica a la división.

Cuando se suman o restan números, el número de lugares decimales del resultado debe ser igual al número más pequeño de lugares decimales de cualquier término de la suma.

Para determinar el número de cifras significativas se emplea las siguientes reglas:

- ✓ Los dígitos diferentes de cero son siempre significativos.
- ✓ Todos los ceros finales después del punto decimal son significativos.
- ✓ Los ceros entre dos dígitos significativos son siempre significativos.
- ✓ Los ceros empleados únicamente para ubicar el punto decimal no son significativos.

Ejemplos:

- El valor 0,0035 gr tiene 2 cifras significativas (3,5).
- La medición 0,0003040 kg contiene 4 cifras significativas (3,0,4,0) el ultimo cero indica una estimación razonable.
- $5,430 \times 10^6$ N tiene 4 cifras significativas (5,4,3,0), los números que aparecen antes de la potencia de 10 son cifras significativas.

Trabajo práctico N1

1) Efectuar las transformaciones de unidades que en cada caso se indican:

a- 11 kg/m^2 a gr/cm^2 ; b- $4 \times 10^{-6} \text{ } \mu\text{g/dm}^3$ a Kg/m^3 ; c- 1200 cm/s a m/s ;
d- 325 km/h a m/s ; e- 918 cm^3 a m^3 ; f- 65 millas/h a m/s ; g- $8,50 \text{ pulg}^3$ en m^3 ,
h- $5,5 \text{ gr/cm}^3$ a kg/m^3

2) Expresar en unidades del **SI** las siguientes cantidades:

a- $3,6 \times 10^{17} \text{ m/min}^2$; b- 980 dy/cm^2 ; c- 84 km/h ; d- $4,5 \times 10^3$ litros; e- 90 km/min
f- $8,50 \text{ pulg}^3$; g- 5860 mL ; h- 4 galones; i- 7×10^{-5} años; j- 2 años; k- $1,3 \text{ gr/cm}^3$;
l- Interpretar las siguientes cantidades físicas: 1000 gr/cm^3 ; $6,37 \times 10^8 \text{ cm}$;
 $1,29 \times 10^{-6} \text{ Kg/cm}^3$; $9,11 \times 10^{-28} \text{ gr}$; $299792,458 \text{ Km/s}$; 980 cm/s^2 .

3) Encuentre la solución de los siguientes problemas:

a) La velocidad de un avión es de 970 km/h ; la de otro, de 300 m/s . ¿Cuál es el más veloz? b) Un lote rectangular mide 100 pies X 150 pies. Determine el área de este lote en m^2 . c) Convertir el volumen de un cubo de $8,50 \text{ pulg}^3$ en m^3 . d) Un salón de clase mide 40m X 20m X 12m . ¿Cuál es el volumen del cuarto en pies cúbico?

4) La estrella más cercana, después del sol, es *Alpha Centauri*. Esta se encuentra a $4,2$ años luz de la tierra, ¿Cuál es esa distancia en km ? R: $4 \times 10^{13} \text{ km}$.

5) La ρ (densidad) del hierro es $7,87 \text{ gr/cm}^3$ y la masa de un átomo de Fe es $9,27 \times 10^{-26} \text{ kg}$. Si los átomos son esféricos y compactos ¿cuál es el volumen de un átomo de hierro? R: $1,17 \times 10^{-14} \text{ cm}^3$

6) La masa de Saturno es de $5,64 \times 10^{26} \text{ kg}$ y su radio es $6 \times 10^7 \text{ m}$. Calcular su densidad y expresar el resultado en gr/cm^3 . R: $6,24 \times 10^{-1} \text{ gr/cm}^3$

7) La densidad promedio de la Luna es $3,3 \text{ g/cm}^3$ y tiene un diámetro de 2160 millas. ¿Cuál es la masa total de la Luna? R: $7,3 \times 10^{22} \text{ kg}$

8) El mercurio metálico tiene una densidad de $13,6 \text{ gr/cm}^3$. ¿Cuál es la masa de un litro de mercurio? R: $1,36 \times 10^4 \text{ gr}$

9) Una pieza maciza de plomo tiene una masa de 23,94 gr y un volumen de 2,10 cm³. De estos datos, calcule la densidad del plomo en unidades del SI. R: 11,4X10³ Kg/m³.

10) El kilogramo patrón es un cilindro de platino-iridio de 39 mm de altura y 39 mm de diámetro. ¿Cuál es la densidad del material? R: 2,15X10⁴ Kg/m³.

11) Muestre que las siguientes expresiones son dimensionalmente correctas, donde x tiene unidad de longitud, v es la velocidad, a es la aceleración y t el tiempo.

$$\text{a) } x = vt + \frac{1}{2}at^2 \qquad \text{b) } v_f^2 = v_o^2 + 2ax$$

12) ¿Cuál de las siguientes ecuaciones son dimensionalmente correctas?

a) $v_f = v_i + ax$; b) $y = (2m) \cos(kx)$ donde $k = 2m^{-1}$; c) $x = gt^2 / 2$

13) La ley de Newton de la gravitación universal está representada por:

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

Aquí F es la magnitud de la fuerza gravitacional ejercida por un pequeño objeto sobre otro, M y m son las masas de los objetos, y r es la distancia. La fuerza tiene unidades del **SI** de Kg.m/s². ¿Cuáles son las unidades del **SI** de la constante de proporcionalidad G ?

14) La posición de una partícula que se mueve bajo aceleración uniforme es alguna función de tiempo y la aceleración. Suponga que escribimos esta posición como $s = ka^m t^n$, donde k es una constante adimensional. Demuestre por análisis dimensional que esta expresión se satisface si $m = 1$ y $n = 2$. ¿Puede este análisis dar el valor de k ?

15) Calcular la capacidad en litros de un tanque cilíndrico para agua, cuya base tiene 20m de perímetro, y la altura es de 1,5m. R: 47700 litros

16) Que cuerpo poseerá mayor masa, un cubo de madera de 3 cm de arista o una esfera de hierro de 1 cm de radio.

17) Un cilindro circular recto tiene un diámetro de 8.4 pulgadas y una altura de 12.7 pulgadas. ¿Cuál es el volumen de este cilindro en pies cúbicos, centímetros cúbicos, litros y galones?

18) Calcular el largo y el ancho de un terreno rectangular cuya área es de 600m^2 y su perímetro es de 110m. R: $L = 40\text{cm}$; $a = 15\text{cm}$

19) Cuantos litros de agua llenarían un tanque cúbico cuya dimensiones interiores tienen 1m por lado. Si el tanque contuviera 20L de agua ¿Qué profundidad tendría el líquido? R: 1000L; 2cm

20) Un recipiente cilíndrico con una altura de 28,5cm y un diámetro interior de 10,4cm se llena de agua ¿cuál es la masa de agua en kg? R: 2,42kg

21) La diagonal de la cara de un cubo mide un metro. El volumen del cubo, en litros es:
A) 353litros B) 726litros C) 191litros

22) Dado un cuadrado inscripto en una circunferencia de perímetro igual a un metro, el lado del cuadrado mide:
A) 22,50cm B) 44,90cm C) 68,40cm

23) Realizar las siguientes estimaciones:

a) Estime el número de respiraciones que se hagan en una vida promedio (vida promedio alrededor de 70 años). ¿Qué pasaría si el promedio de vida se estimara de 80 años en lugar de 70? ¿Cambiaría esto nuestro cálculo final?

b) Calcule el número de litros de gasolina que consumen mensualmente los autos (uso particular) de San Fernando del Valle de Catamarca

24) Una placa rectangular tiene una longitud de $(21,3 \pm 0,2)$ cm y un ancho de $(9,8 \pm 0,1)$ cm. Calcule el área de la placa, incluyendo su incertidumbre.

25) El radio de un círculo se mide que es $(10,5 \pm 0,2)$ m. Calcule el área y la circunferencia del círculo y dé la incertidumbre en cada valor. R: $(346 \pm 13) \text{m}^2$ y $(66,0 \pm 1,3) \text{m}$

26) El radio de una esfera sólida se mide como $(6,50 \pm 0,20)$ cm, y su masa se mide como $(1,85 \pm 0,02)$ Kg. Determine la densidad de la esfera en kilogramos por metro cúbico y la incertidumbre en la densidad. R: $(1,61 \pm 0,17) \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$

27) Suponer que la densidad (masa/volumen) del agua es exactamente 1 gr/cm^3 , expresar la densidad del agua en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3). Suponer que un recipiente con 5700 m^3 de agua toma 10hs para drenarse ¿Cuál es el flujo de masa en kilogramos por segundo de agua del recipiente?

28) Estimar el orden de magnitud de las siguientes longitudes (m): distancia de la tierra a la galaxia más cercana (galaxia de Andrómeda); distancia del Sol a la estrella más cercana (Próxima Centauro); radio medio de la tierra; diámetro de un átomo de Hidrógeno; diámetro de un núcleo atómico y diámetro de un protón.

29) Que peso tiene una semiesfera de bronce de 5cm de diámetro, si la densidad del bronce es $8,6 \text{ gr/cm}^3$. R: $2,76 \times 10^5 \text{ Dy}$

30) El período T de un péndulo simple se mide en unidades de tiempo y es: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

Donde L es la longitud del péndulo y g es la aceleración de la gravedad en unidades de longitud dividida en el tiempo al cuadrado. Demuestre que esta ecuación es dimensionalmente correcta.