

Capítulo 1

Introducción a la física

La *física* es considerada una ciencia que se encuentra en la base de todo el conocimiento humano. Esta ciencia parte de la observación cualitativa y cuantitativa, hace uso de la experimentación y del lenguaje matemático y formula leyes que ofrecen explicación a los fenómenos naturales que gobiernan el Universo. En términos generales, la física se divide en *física clásica* y *física moderna*. La primera de ellas comprende los desarrollos que esta disciplina obtuvo desde los griegos hasta el siglo XIX e incluye la mecánica clásica, la termodinámica y el electromagnetismo; de manera similar, la física moderna comprende todas las teorías y conocimientos desarrollados en esta disciplina a partir de los años finales del siglo XIX e incluye la física relativista y la mecánica cuántica.

En este curso se estudiará parte de la física clásica, se abordarán temas como la cinemática y las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos, la dinámica traslacional, la dinámica rotacional, los conceptos de trabajo y energía, el principio de conservación de la energía mecánica, el momento lineal y el principio de conservación de la cantidad de movimiento y algunos conceptos básicos de la mecánica de fluidos.

1.1. Patrones de masa, longitud y tiempo

Ya se ha mencionado que la física es una ciencia que se fundamenta en la observación experimental y el cálculo matemático. Así, se encuentran en la ciencia física ciertas características de fenómenos, sustancias o cuerpos que son distinguidas de forma cualitativa y que pueden ser determinadas de forma cuantitativa; de tal manera que se hace necesario encontrar cantidades que representen adecuadamente las mencionadas características. lo anterior conduce a definir ciertos conceptos que resultan determinantes para iniciar el estudio de la física.

Magnitud: se llama magnitud a toda aquella característica de la materia que es susceptible de ser medida.

Medida: se denomina medida al valor numérico acompañado de una unidad que representa cuantitativamente una característica de la materia.

Medición: conjunto de operaciones que tiene como objetivo determinar el valor numérico de una magnitud física.

Es de anotar que una magnitud física debe ser representada por medio de un valor numérico y una unidad. Ahora bien, para poder definir las magnitudes físicas es necesario establecer estándares de comparación de tal forma que se hace necesario definir, en este capítulo, los patrones de masa, longitud y tiempo. Cabe señalar, además, que un **patrón** está definido como una referencia de comparación.

Patrón de masa

El patrón estandarizado para la masa (1987) consiste en un cilindro de aleación platino - iridio que se encuentra almacenado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en Sèvres, Francia. Así, la masa del mencionado cilindro se convierte en el patrón universal para la masa y se denomina **kilogramo** (kg).

Patrón de longitud

El patrón estandarizado para la longitud (1983) se refiere a la distancia recorrida por una haz de luz en el vacío en un tiempo igual a $1/299'792.458$ segundos y recibe el nombre de **metro**(m).

Patrón de tiempo

El patrón estandarizado para el tiempo (1967) se ha definido actualmente, a partir del reloj atómico, como $9.192'631.770$ veces el periodo de transición entre dos niveles energéticos bajos del cesio 133 y recibe el nombre de **segundo** (s).

Prefijos de unidades

En física muchas veces es necesario expresar magnitudes físicas a través de números que son exageradamente pequeñas o extremadamente grandes; para facilitar el asunto se han establecido prefijos que permiten relacionar ciertas unidades con las fundamentales definidas por los patrones antes mencionados. Estos prefijos son:

Factor multiplicativo	Prefijo	Símbolo
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}	yotta	Y
1 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{21}	zetta	Z
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	deca	da
0,1 = 10^{-1}	deci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	mili	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a
0,000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-21}	zepto	z
0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-24}	yocto	y

Cuadro 1.1: Prefijos Sistema Internacional

1.2. Análisis dimensional

En muchas ocasiones en física es necesario deducir o verificar una ecuación que representa un fenómeno físico específico. No obstante no se tenga precisión o no se recuerde la ecuación de la cual se trata, existe un método denominado *análisis dimensional* que permite, con relativa sencillez, encontrar la ecuación que define cierto fenómeno o verificar si la que se tiene es correcta. Este método permite que las dimensiones sean tratadas de manera algebraica, es decir, sólo es posible sumar o restar si se trata de magnitudes de la misma dimensión; de igual manera, las expresiones a ambos lados de una igualdad deben tener las mismas dimensiones.

Para precisar un poco, es necesario definir el significado de *dimensión*. La dimensión se refiere a la naturaleza física de una determinada cantidad. Por ejemplo, una distancia es una expresión cuya naturaleza física es la de ser una longitud; sin importar si esta distancia es medida en metros, pies o yardas su dimensión siempre será la longitud. Se entiende entonces que el kilogramo o el gramo tienen dimensiones de masa [M]; la hora, el minuto o el segundo tienen dimensiones de tiempo [T] y el kilómetro, metro o centímetro dimensiones de longitud [L].

Como ejemplo de lo anterior supóngase que se tiene la ecuación básica que define la velocidad de una partícula: $\vec{v} = \frac{\vec{d}}{t}$. Si se verifica la dimensiones del lado derecho de la ecuación se encuentra que el desplazamiento \vec{v} tiene dimensiones de longitud [L] y t tiene dimensiones de tiempo [T]; de tal forma que dimensionalmente la ecuación anterior será: $[v] = \frac{[L]}{[T]}$. Así, las unidades de la velocidad en el Sistema Internacional serán: $\frac{\text{metro}}{\text{segundo}}$.

Ejemplo. La ley de Newton de la gravitación universal está dada por la siguiente ecuación:

$$F = G \frac{Mm}{r^2},$$

en esta ecuación F es la fuerza gravitacional, M y m son las masas de los cuerpos que interactúan a través de esta fuerza y r es la distancia de separación entre los cuerpos. Si la fuerza gravitacional tiene unidades, en el SI, de $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, ¿cuáles son las unidades, en el SI, de la constante G ?

Solución. Realizando análisis dimensional se tiene que:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \implies \left[\frac{[M][L]}{[T]^2} \right] = G \left[\frac{[M][M]}{[L]^2} \right] \implies \left[\frac{[L]}{[T]^2} \right] = \left[G \frac{[M]}{[L]^2} \right]$$

$$[G] = \left[\frac{[L]^3}{[M][T]^2} \right] \implies [G] = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

1.3. Cifras significativas

Cuando se lleva a cabo un proceso de medición se debe tener en cuenta que el valor de la medida obtenida tiene un límite en cuanto a la precisión de la misma, es decir, en todas la medidas aparece una incertidumbre. Este límite depende de factores como la calidad del instrumento de medida, la habilidad de quien ejecuta la medición, el número de repeticiones de la medida, etc.; es aquí donde aparece el concepto de **cifra significativa**. Así, una cifra significativa se refiere a la última cifra de una medición que se conoce con incertidumbre.

Para ilustrar un poco el asunto, supóngase que se desea medir el ancho de la portada de un libro con una regla común. Allí resulta evidente que la medida del instrumento sólo es confiable hasta el milímetro, es decir, si se ofrece el resultado de la medida en centímetros sólo se podrá expresar la cantidad con un solo decimal mientras que si la respuesta se ofrece en milímetros no se podrá hacer uso de ningún decimal. Supóngase que después de repetidas medidas, el ancho de la portada del libro es, en unidades de centímetros, de 12,5; de esta forma, para cualquier persona que haga la medición con el mismo instrumento se podrá asegurar, con absoluta certeza, que el resultado que encontrará estará dentro del intervalo definido como $(12,4 \leq 12,5 \leq 12,6) \text{ cm}$.

Ahora bien, la expresión correcta del resultado de una medición debe contener la cantidad con el número correcto de cifras significativas, una incertidumbre y las unidades

respectivas. En el ejemplo usado arriba, la expresión correcta del resultado de la medida sería: $12,5 \pm 0,1 \text{ cm}$ o $125 \pm 1 \text{ mm}$.

1.3.1. Identificación de cifras significativas en una medida

Es necesario, cuando se hace uso de las cifras significativas, tener en cuenta ciertas condiciones para su identificación adecuada en una medida:

- ☞ todas las cifras comprendidas entre 1 - 9 son significativas.
- ☞ los ceros a la izquierda nunca son significativos, independientemente de que estén en la parte entera o en la parte decimal del número (p.ej. los dos primeros ceros de 0,082 058 no son significativos.)
- ☞ los ceros intermedios (0,082 058) son significativos.
- ☞ los ceros finales de un dato real (14,00) son significativos.
- ☞ los ceros finales de un dato entero (300) no son significativos; si se desea expresar que son significativos, se convierte el dato en real añadiendo una coma (300,) o se expresa en notación de potencias de diez ($3,00 \times 10^2$).

Dato	0,082 058	14,00	14	$6,2 \times 10^4$	$6,200 \times 10^4$
Número de cifras significativas	5	4	2	2	4

Cuadro 1.2: Cifras significativas

Cuando se tiene la expresión $4,563 \pm 0,02$, se analiza la imprecisión (0,02) que es la que indica la certeza de conocimiento de los distintas cifras que se tienen:

	unidad	décima	centésima	milésima
Número	4	5	6	3
Incertidumbre	0	0	2	toda

Cuadro 1.3: Cifras con imprecisión

Por lo tanto se sabe que la medida tiene 3 cifras significativas: las dos primeras se conocen con certeza total y en la tercera (el 6) se tiene una incertidumbre , pero también es significativa. Entonces, la expresión correcta de la medida debe ser $4,56 \pm 0,02$
Ejemplos:

- a. La expresión $3\ 400 \pm 100$ indica que el número tiene 2 cifras significativas.

