

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: La Física es una ciencia experimental: introducción a las mediciones de magnitudes físicas
Elementos de Física - Física I-A (Prof. Sergio Vera)

Introducción

La Física es una ciencia cuyo objetivo es realizar una descripción de los fenómenos que ocurren en la naturaleza a través de un conjunto de leyes, expresadas en términos matemáticos, que permita relacionar diferentes fenómenos bajo los mismos conceptos.

Es muy importante puntualizar que el comienzo de la física es la observación de un fenómeno natural para luego formular una ley o modelo que permita explicar el comportamiento observado. En los trabajos prácticos de laboratorio se realizan actividades para aprender habilidades en la medición de magnitudes físicas

La medición de una cierta magnitud física puede ser mas o menos precisa según sea la necesidad. Por ejemplo, para jugar un partido de fútbol en la playa se pueden medir los arcos contando los pasos (lo cual no nos garantiza que ambos arcos sean iguales, aunque si bastante parecidos), pero si se está jugando la final del mundial es necesario que ambos arcos sean “exactamente” iguales. En este trabajo práctico de laboratorio ejercitaremos ciertas herramientas básicas para el trabajo experimental.

1.- Estándares y unidades

Para comenzar, debemos precisar ciertas deficiones que nos permitirán mejorar los resultados de las mediciones. Lo primero que hay que resaltar es que los experimentos dan como resultados valores que se deben expresar en números y unidades. No tiene sentido decir que la distancia entre dos puntos es 150 sino que podría ser 150 metros. Esto significa que la distancia es 150 veces 1 metro. El metro es una unidad estandar universal que se toma como medida de comparación. La primera definición de metro que existió fue como 1/10.000.000 de la longitud del arco de meridiano que va desde el Polo al Ecuador. Luego se reemplazó por un trozo de metal que se conserva en Paris. Actualmente se define el metro como la distancia que recorre la luz en 1/299.792.458 de segundo. Como se puede observar existen muchas maneras de medir una cierta magnitud física.

Un proceso similar ha sucedido con la definición del segundo como medida de tiempo. Estos estándares universales sirven para definir las unidades. Por ejemplo una vez que sabemos que es 1 metro, podemos dividir esa distancia en 100 partes iguales y tenemos el centímetro. Y si juntamos 1000 metros tenemos el kilómetro. De esta manera se creó un sistema de unidades empleado por los científicos e ingenieros en todo el mundo se denomina “sistema internacional”. Se anexa tabla con todas las unidades del SI y se definen las fundamentales.

Es importante resaltar que en física la forma de definir una magnitud física es a través del proceso de medición, es decir describiendo un experimento donde el resultado sea la magnitud en cuestión.

Con respecto a forma de determinar magnitudes físicas mediante experimentos, existen dos tipo de mediciones, las mediciones directas e indirectas.

Mediciones directas: algunas cantidades físicas se definen en comparación con un estándar de referencia. Vale como ejemplo, medir una distancia con una regla; si el resultado da 1,5 m quiere decir que es 1,5 veces más larga que el estándar de referencia, en este caso el metro (es una comparación con el estándar de referencia).

Mediciones indirectas: otras cantidades físicas se definen mediante la forma de calcularlas a partir de otras cantidades medibles, vale como ejemplo, la velocidad media; medimos la distancia recorrida (cantidad medible), midimos el tiempo utilizado para recorrer esa distancia (otra cantidad medible) y hacemos el cociente:

$$\text{Velocidad media} = \frac{d}{t}$$

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: La Física es una ciencia experimental: introducción a las mediciones de magnitudes físicas
Elementos de Física - Física I-A (Prof. Sergio Vera)

Para resumir: es indispensable especificar en la cantidad física además del resultado numérico, la unidad. Vale como ejemplo, al medir distancia con una regla, además del número (1,5) debe agregarse la unidad (metros).

Las mediciones exactas y confiables exigen unidades inmutables que los observadores puedan duplicar en distintos lugares. Es decir cuando hablamos de una medida, todas las personas sin equivocación deben saber a qué nos estamos refiriendo en el proceso de comparación con el estándar de referencia.

Consistencia y conversión de unidades

Las cantidades o magnitudes físicas anteriormente mencionadas, son representadas por símbolos algebraicos, y los símbolos usados en ecuaciones que representan las leyes o propiedades físicas objeto de nuestro interés. Cada símbolo representa un número y una unidad.

Toda ecuación debe ser dimensionalmente consistente. No es coherente sumar o igualar cantidades con unidades distintas (Ej. 3 manzanas + 2 termos; 2 manzanas = 2 termos). También si la cantidad "A" es calculada a partir de otras cantidades medibles, el resultado del cálculo debe respetar las unidades de "A". Ejemplo, si defino la distancia "d" como el producto de la velocidad "v" y el tiempo "t", dicho producto debe tener las dimensiones de "d".

En los cálculos, las unidades se tratan igual que los símbolos algebraicos en cuanto a la multiplicación y la división. Este tratamiento permite convertir un grupo de unidades en otras, siempre hablando dentro de la misma "categoría"; es decir puedo convertir unidades de tiempo en otras unidades de tiempo, no así en unidades de superficie. Vale como ejemplo:

$$3 \text{ min} = 3 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 180 \text{ s}$$

$$1228 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1228 \frac{\text{km}}{\text{h}} \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 341,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.-Incertidumbre y cifras significativas

En todo proceso de medición existe la incertidumbre al medir es decir, el error. Como ejemplo aclaratorio, no es lo mismo medir la entrada de un garaje con una cinta métrica, que contando los pasos. El error en una medición indica la máxima diferencia probable entre el valor medido y el real. La exactitud en una medición es entendida como qué tanto creemos que se acerca la misma al valor real. Analizar los errores que existen en los diferentes procesos de medición será motivo de un TPL, aquí solo mencionamos que la mayor precisión que podemos obtener la da la escala del instrumento que utilizamos. Por ejemplo una regla está graduada en milímetros. Expresamos la exactitud de un valor medido escribiendo el número, el símbolo \pm y a continuación un segundo número que indica el error o incertidumbre, por ejemplo

$$L=(1,05 \pm 0,01) \text{ metros}$$

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: La Física es una ciencia experimental: introducción a las mediciones de magnitudes físicas
Elementos de Física - Física I-A (Prof. Sergio Vera)

Otra manera de expresar la incertidumbre en la medición es mediante el “error relativo” o transformado en porcentaje, “porcentaje de error”. Se define como:

$$e = \frac{\text{error absoluto}}{\text{valor medido}}$$

Esta expresión no tiene dimensiones, representa la forma numérica más intuitiva posible del concepto de “error”; permite además una comparación de la calidad de mediciones de diferentes magnitudes entre sí. Como ejemplo, 10 cm de error al medir una distancia, en sí mismos no indican si es una “buena” medición. Si estamos midiendo la distancia de la tierra a la luna, resulta una medición excelente, el error relativo sería: 10 cm / (distancia a la luna).

Otra manera de dar cuenta del error al medir, es brindar las cifras significativas de la medición, entonces el error está en la última cifra significativa. Por ejemplo, si una medición arroja un resultado de 2,94 m, significa que hemos realizado la medición con un error de 1 centímetro. Se dice que tiene tres cifras significativas, se entiende que el error está en la última cifra especificada. En cambio si el error de la medición es de 1 milímetro el resultado tiene 4 cifras significativas y debe expresarse como 2,940 m. Para el primer ejemplo estamos seguros que el valor es 2,9 m pero no estamos seguros del 4; mientras que en el segundo ejemplo estamos seguros que el valor es 2,94 m.

Las cifras significativas son las que aportan cuando la magnitud física se obtiene a partir de un cálculo deben observarse las siguientes reglas:

- Si multiplico dos números: La cantidad de cifras significativas en el resultado está dado por el número que tiene menos cifras significativas. Ejemplo: $(0,745 \times 2,2) = 1,6$
- Si sumo dos números: La cantidad de cifras significativas en el resultado está determinado por el número con menor error. Ejemplo: $13,5 + 140,56 = 153,5$
- Los ceros a la izquierda del primer dígito que no es cero sirven solamente para fijar la posición del punto decimal y no son significativos. Ejemplo: 0,0054 tiene dos cifras significativas.

En todos los casos se debe redondear la respuesta, dejando sólo el número de cifras significativas. Los números que exceden a la cantidad de cifras significativas no tienen sentido. Ejemplo: si 3.14159 tiene tres cifras significativas, debe escribirse, 3.14. Si digo que tiene cinco cifras significativas, se debe escribir: 3.1416 (en este caso se nota el redondeo).

Notación científica: al calcular con números muy grandes o muy pequeños es mucho más fácil indicar las cifras significativas usando notación científica. La misma expresa el número en potencias de 10. Ejemplo: $384.000.000 = 3,84 \cdot 10^8$, el número que acompaña a la potencia de 10 es el que expresa la cantidad de cifras significativas en este caso, tres.

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: La Física es una ciencia experimental: introducción a las mediciones de magnitudes físicas
Elementos de Física - Física I-A (Prof. Sergio Vera)

3.-Estimaciones de órdenes de magnitud

A veces es necesario hacer una estimación burda, ya que la misma puede darnos información útil. Es lo que se hace si se quiere calcular la superficie de un departamento, se compara mentalmente con superficies conocidas. No importa tanto el error en estos casos, la estimación permite saber el orden de magnitud y comparar. Ejemplo: si el consumo de carne anual por habitante es de 67 kgs. , si se estima en 40 millones de habitantes la población, si se estima en 65 pesos promedio el kilogramo de carne a la venta, se puede calcular la incidencia económica del sector cárnico a fin de ver su relevancia con respecto a otros sectores.

Si tiene dudas o quiere saber mas sobre estos temas puede leer el capítulo 1, secciones 1.3 a 1.6, del libro de Sears.

Ejercitación:

Resuelva los siguientes ejercicios en grupo. Cada grupo deberá entregarlos resueltos incluyendo en cada resolución los razonamientos, definiciones y si es el caso la fuente bibliográfica que utiliza.

- 1) Explique cómo se define el metro (m). Explique cómo se define el segundo (s). Analice la evolución histórica. Analice a qué puede deberse dicha evolución.
- 2) Según la etiqueta de un frasco de aderezo para ensalada, el volumen del contenido es 0,473 litros (L). Use sólo las conversiones $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$ y $1 \text{ pul} = 2,54 \text{ cm}$ para expresar dicho volumen en pulgadas cúbicas.
- 3) La densidad del plomo es $11,3 \text{ gr/cm}^3$ ¿ Cuánto es esto en kilogramos por metro cúbico? .
- 4) Se tiene la siguiente fórmula: $x = A \text{ sen}(w t)$, donde x mide distancia y t tiempo. ¿ Qué unidades deben tener A y w ? . ¿Por qué?.
- 5) Para un estudio sobre personas se define una cantidad que describe la cantidad de personas que pasan por una puerta por segundo.¿Cuál es la magnitud de dicha cantidad?. En el mismo estudio se define otra cantidad que describe la cantidad de personas que residen por m^2 .¿Cuál es la magnitud de dicha cantidad?.
- 6) Estime el porcentaje de error al medir a) una distancia de unos 75 cm con un metro; b) una masa de unos 12 gr con una balanza analítica; c) un lapso de unos 6 min con un cronómetro.
- 7) Un trozo rectangular de aluminio mide $5,10 \pm 0,01 \text{ cm}$ de longitud y $1,90 \pm 0,01 \text{ cm}$ de ancho. a) Calcule su área y la incertidumbre del área. b) Verifique que la incertidumbre fraccionaria del área sea igual a la suma de las incertidumbres fraccionarias de la longitud y anchura
- 8) Al comer una bolsa de galletas con chispas de chocolate usted observa que cada una es un disco circular con diámetro de $8,5 \pm 0,02 \text{ cm}$ y espesor de $0,50 \pm 0,005 \text{ cm}$. a) Calcule el

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1

Tema: La Física es una ciencia experimental: introducción a las mediciones de magnitudes físicas
Elementos de Física - Física I-A (Prof. Sergio Vera)

- volumen medio de una galleta y la incertidumbre del volumen. b) Obtenga la razón diámetro/espesor y la incertidumbre de dicha razón.
- 9) Con una regla de madera, usted determina que un lado de un trozo rectangular de lámina mide 12 mm, y usa un micrómetro para medir el ancho del trozo, obteniendo 5.98 mm . Conteste las siguientes preguntas con las cifras significativas correctas, a) ¿Qué área tiene el rectángulo? b) ¿Qué razón ancho/largo tiene el rectángulo? c) ¿Qué perímetro tiene el rectángulo? d) ¿Qué diferencia hay entre longitud y ancho?
 - 10) Averiguar con cuántas cifras exactas se han de tomar Π y e para obtener $A=\Pi/e$ con cinco cifras exactas.
 - 11) Escribir el producto de: 5240000×630000000 en notación científica y con tres cifras significativas
 - 12) Escribir la suma de: $5240000+6,3 \cdot 10^8$ en notación científica y con siete cifras significativas
 - 13) Escribir la división de los siguientes números: $0,23572 / (1,5 \cdot 10^4)$ en notación científica y con siete cifras significativas
 - 14) Estime la facturación anual del sector cárnico si el consumo de carne por persona se estima en 67 pesos, cuarenta millones de personas la población y 65 el precio promedio del kg de carne.
 - 15) Explique cómo estimar la superficie de la piel de una persona.
 - 16) Tome un libro al azar. Explique cómo estimar cuántas palabras hay.
 - 17) ¿Cuántas veces late el corazón de una persona en su vida?, ¿Cuántos litros de sangre bombea?. (Estime que el corazón bombea 50 cm^3 en cada latido)
 - 18) Explique cómo estimar cuánto se gasta en pan en su casa. Incluya un cálculo grosero de error en la estimación.