CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

- LABORATORIO DE FÍSICA -

a. NUMEROS DECIMALES

Notación científica

La notación científica consiste en escribir cualquier número, grande o pequeño, en forma de un número decimal que contenga una sola cifra entera (la de las unidades), y una potencia de base 10 y exponente positivo o negativo.

Ejemplo: Escribir en notación científica los siguientes números

Números	Notación científica
156.000.000.000.000	$1{,}56 \times 10^{14}$
0,000000000000583	$5{,}83 \times 10^{-13}$
0,00026	$2{,}6 \times 10^{-4}$
45.534	$4{,}534 \times 10^{4}$

b. CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Las cifras significativas de una cantidad, vienen dadas por todos los dígitos medidos con certeza, más la primera cifra estimada o dígito dudoso. El número de cifras significativas de una cantidad expresa su **precisión**.

La medida 5,36 m tiene tres cifras significativas.
La medida 0,037 s tiene dos cifras significativas.
La medida 4,0 cm tiene dos cifras significativas.
La medida 0,4 cm tiene una cifra significativa.
La medida 4 km tiene una cifra significativa.
La medida 4,00 s tiene tres cifras significativas.

En ocasiones, para conocer el número de cifras significativas de una medida, es conveniente expresar la misma en notación científica. Supongamos que obtenemos la siguiente medida con tres cifras significativas: 4,75 m. Si la expresamos en milímetros serían 4.750 mm. Podríamos pensar que su número de cifras significativas es ahora de cuatro, lo cual no tiene sentido, pero si la escribimos en notación científica $4{,}75 \times 10^{3}$ vemos, como era de esperar, que continúa teniendo tres cifras significativas.

Operaciones aritméticas con cifras significativas

Suma y resta: La suma o resta de dos o más medidas no debe ser más precisa que la menos precisa de las medidas.

Producto y cociente: El producto o cociente de dos o más medidas no debe tener más cifras significativas que la medida que tiene el menor número de ellas.

Potenciación y radicación: en el resultado se conservan tantas cifras significativas como tiene la medida.

Reglas de redondeo de números

El redondeo consiste en eliminar dígitos que carecen de sentido. Se aplica según las siguientes reglas:

a) Si la cifra a eliminar es menor que 5, se procede a su eliminación.

b) Si la cifra a eliminar es mayor que 5, se aumenta en una unidad la última cifra que se conserva.

c) Si la cifra a eliminar es 5, y la que le antecede es impar, se aumenta ésta en una unidad y si es par se deja como está.

También se utiliza la siguiente regla: si la cifra a eliminar es menor que 5, la última cifra retenida se queda igual. Si la cifra a eliminar es 5 o mayor que 5 entonces se aumenta en una unidad la última cifra retenida.

Ejemplo: Redondear los siguientes números a las centésimas,

2,347.............2,35
4,374.............4,37
1,775.............1,78
8,865.............8,86
6,498.............6,50
3,295.............3,3
0,073.............0,07
0,089.............0,09
0,096.............0,1
0.999.............1
0,008.............0,01
6,089.............6,09
34,3579.............34,36
2,57999.............2,58
234,878.............234,88
0,00973.............0,01

c. MAGNITUDES FÍSICAS

Las **magnitudes físicas** representan una **característica** de un objeto, sustancia o fenómeno físico que se puede definir de forma numérica. Se llaman magnitudes a todas aquellas propiedades que pueden medirse y expresarse mediante UN NÚMERO Y UNA UNIDAD. Son magnitudes la longitud, la masa, el volumen, la cantidad de sustancia, el voltaje, etc.

d. MEDIDAS y ERRORES

Uno de los puntos importantes en la realización de un experimento se centra en la medición de las constantes y variables que aparecen involucradas en el mismo. Se sabe que al realizar la medición de alguna magnitud, la medida obtenida, siempre se encuentra afectada de error, error que puede ser sistemático, accidental o aleatorio, o ambos a la vez.

- Errores
  - Sistemáticos
    - Se producen por utilizar:
    - Metodología inadecuada.
    - Instrumentos de medida defectuosos.
    - Patrones de medida dudosos.
  - Accidentales o Aleatorios
    - Parecen producto del azar.
    - Pueden ser debidos a la acumulación de muchas incertidumbres sistemáticas incontrolables.
    - Pueden provenir de variaciones intrínsecamente aleatorias a nivel microscópico.

Los errores sistemáticos, por sus características, siempre se registran desplazados en el mismo sentido (izquierda o derecha) del valor más probable, de las medidas obtenidas experimentalmente. Para minimizarlo tendremos que aplicar métodos de medida adecuados, sustituir o corregir los instrumentos defectuosos y utilizar patrones de medida seguros. Existen cierto tipo de errores sistemáticos, originados por situaciones propias del experimento o medida, tales como roces sobre los ejes de cuadros móviles, histéresis elástica de pequeños resortes y de hilos de suspensión, calentamiento de los conductores por efecto Joule, campos magnéticos no homogéneos, etc., que por su peculiaridad se convierten o son tratados como aleatorios. De esta manera, vienen señalados por el fabricante mediante el índice de clase del instrumento, que puede ser: 0,05%, 0,1%, 0,7%, 0,8%, 1%, 1,2%, etc. El error del instrumento toma uno de esos valores sólo cuando la lectura se realiza cerca del fondo del rango de escala seleccionado, por ello es importante utilizar el rango de escala adecuado a la medida que va a realizarse.

Por su parte, los errores aleatorios, por mucho cuidado que ponga el experimentador, siempre se manifestarán en las medidas y tienen igual posibilidad de ser positivos o negativos. Se presentan como alteraciones que responden a distribuciones probabilísticas y pueden analizarse a través de métodos estadísticos, análisis que recibe el nombre de **teoría de errores**.

Deben también considerarse aquellos errores debidos a factores personales como: distracción, cansancio, malas lecturas de la escala del instrumento, mal ajuste de las condiciones operativas del aparato de medida.

VALOR MÁS PROBABLE DE UNA SERIE DE MEDIDAS

Media aritmética: Generalmente tanto en los trabajos de investigación, como en la realización de las prácticas del laboratorio de física se deben realizar varias medidas de la variable o variables que intervienen en la experiencia. Al realizar una serie de medidas, el valor que tiene más probabilidad de estar próximo a la magnitud medida, es el **promedio** o **media aritmética** de la serie, expresión aritmética que se representa como,

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n}{n} \qquad (1)$$

Donde x_1, x_2, ..., x_n son los valores obtenidos en las mediciones 1, 2, ..., n y n es el número total de mediciones. A $\bar{x}$ le llamaremos **valor más probable** y será considerado como el mejor valor de una medida realizada varias veces.

Error absoluto de una serie de medidas tal que n ≤ 4: Desviación media

Anteriormente vimos que cuando se determina el valor de una magnitud a partir de una sola medida, el error introducido está asociado a la apreciación de la escala del instrumento, si se trata por ejemplo de reglas, cintas métricas, transportadores de ángulos, balanzas, amperímetros y voltímetros analógicos, etc. Recordemos que estos últimos también llevan asociado una serie de pequeños errores sistemáticos que por sus características son tratados como aleatorios y los cuales son indicados por el fabricante mediante el índice de clase del instrumento. Por su parte, si el instrumento es digital, como multímetros, termómetros, etc., el error lo considerábamos a partir de la precisión del instrumento, el cual, también viene señalado por el fabricante.

Lo normal en una experiencia o trabajo de laboratorio, es que se tenga que tomar la medida de una variable varias veces. En algunas ocasiones servirá con n = 1, y en otras tendremos que hacerlo para n **≤** 4, o para n > 4. Cuando el número de medidas sea 4 o menor que 4, podremos tomar como error absoluto la **desviación media** o promedio de desviación de las medidas, a la que llamaremos en forma general δx, y viene dada por

$$\delta x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_i - \bar{x}\right| \qquad (2)$$

donde $\bar{x}$ es la media aritmética de la magnitud medida y $|x_i - \bar{x}|$ es el valor absoluto de las desviaciones de las diferentes x_i de x.

Cuando tengamos que representar el resultado de una magnitud medida un número n de veces tal que $1 < n \leq 4$, lo haremos de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} \pm \delta x \qquad (3)$$

Supongamos que en una experiencia se ha medido 4 veces el tiempo de caída de una esfera sobre un plano inclinado, obteniéndose los siguientes valores:

$$t_1 = 2{,}23\ \text{s};\quad t_2 = 2{,}26\ \text{s};\quad t_3 = 2{,}28\ \text{s};\quad t_4 = 2{,}32\ \text{s}$$

El tiempo de caída más probable con su correspondiente error absoluto vendrá dado por

$$t = 2{,}27 \pm 0{,}03\ \text{s}$$

Comprobálo!

Error absoluto de una serie de medidas tal que n ≥ 5: Desviación típica

Anteriormente hemos tomado como error absoluto de un conjunto de medidas su desviación media.

$$\delta x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|x_i - \bar{x}\right| \qquad (4)$$

Sin embargo, la desviación media de un conjunto de medidas, no es el único índice para medir la dispersión de las mismas. Otra forma de hacerlo es utilizando la desviación típica o desviación estándar, la cual se representa por σ_n y se define, para un conjunto de datos muy grande, por

$$\sigma_n = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (5)$$

Cuando n es pequeño, se puede obtener una mejor estimación de la desviación típica a través de la expresión

$$\sigma_{n-1} = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (6)$$

Tanto la expresión σ_n como σ_{n-1} se pueden determinar a través de cualquier calculadora científica de bolsillo. Medidas que presenten desviaciones superiores a $2\sigma_{n-1}$ se pueden considerar sospechosas y deben comprobarse de nuevo, por su parte, medidas que presenten desviaciones superiores a $3\sigma_{n-1}$ deben ser desechadas.

En nuestros cálculos y siempre que n > 1, el error que asignaremos al valor de la magnitud x medida experimentalmente será la **desviación típica de la media**, la cual representaremos por *s* y definiremos de la siguiente manera

$$s(x) = \frac{s_{n-1}}{\sqrt{n}} \qquad (7)$$

Sustituyendo s_{n-1} por la Ec. 6 y operando, nos queda

$$s_{(x)} = \left[\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (8)$$

Por lo tanto, cuando presentemos el valor de una magnitud x obtenida en el laboratorio a través de varias medidas, principalmente si n≥5, lo haremos de la siguiente manera

$$\boxed{x = x \pm s(x)} \qquad (9)$$