

Capítulo 1

Medidas

1.1 Introducción

Los objetivos del Laboratorio son:

1. Realizar un experimento físico y obtener valores correctos de las cantidades físicas medidas.
2. Aprender a elaborar gráficos y a analizar la información científica que ellos contienen.
3. Aprender a redactar un informe de laboratorio en forma correcta.
4. Introducir al estudiante en nuevos tópicos de la física.

Como consecuencia de ésto en la clase teórica se muestran los experimentos de manera cualitativa, mientras que en el laboratorio se realizan los experimentos cuantitativos, enfocando el trabajo principalmente en responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la precisión y exactitud lograda en una medición?, ¿Cuál es la precisión y exactitud que pudiera lograrse?, ¿Qué conceptos físicos se aplican y qué condiciones deben cumplirse?

1.2 Mediciones

El trabajo en el laboratorio implica medir magnitudes físicas mediante la utilización de instrumentos de medida.

Medir es la comparación de la magnitud que se está estudiando con un patrón de medida. Si cada persona tuviera su propio patrón de medida, sólo él comprendería el valor de su resultado y no podría establecer comparaciones, a menos que supiera la equivalencia entre su patrón y el de su vecino. Por esta razón se ha acordado el establecimiento de un patrón. Si bien hasta hace poco, algunos países utilizaban como sistema de unidades el Sistema Británico, y otros países el Sistema Métrico Decimal, la tendencia es usar el Sistema Internacional (SI). Venezuela adoptó el SI como sistema legal de medidas el 25 de diciembre de 1964, en la gaceta oficial N° 27919 y sus unidades de medida se publicaron el 14 de julio de 1981, en la gaceta oficial extraordinaria N° 2823.

El Sistema Internacional (SI) se apoya en siete magnitudes básicas:

- La longitud
- La masa
- El tiempo
- La intensidad de corriente
- La temperatura
- La intensidad luminosa
- La cantidad de materia

Se puede decir que el resultado de una medida es lo que se conoce como el valor de la magnitud. Este valor debe ir siempre acompañado de su respectiva unidad de medida. Decir que, la masa de una varilla es de 80, 4 no significa nada, se

Tabla 1.1: Unidades básicas utilizadas en Mecánica.

Magnitudes	SI	CGS	Británico
Longitud	Metro(m)	Centímetro (cm)	Pie (ft)
Masa	Kilogramo (Kg)	Gramo (g)	Libra (Lb)
Tiempo	Segundo (s)	Segundo (s)	Segundo (s)

podría preguntar ¿80,4 gramos?, ¿80,4 Libras?, ¿80,4 Kilogramos?, o , ¿Qué diría Ud. si en un almacén de telas le venden un pie de tela y le cobran un metro? ¡Ah!, entonces es importante que las cantidades que se midan vayan acompañadas de sus respectivas unidades de medida.

Ahora que hemos visto generalidades del proceso de medir y las unidades de medida, consideremos la descripción de algunos de los instrumentos de uso común en el trabajo de laboratorio.

La menor división en la escala de cualquier instrumento se llama *apreciación*. Cuando se lee en un instrumento con escala única, se aproxima la lectura a la división más cercana. Por ésto, el máximo error que se puede cometer en dicha medición es de más o menos la apreciación.

Por lo anterior cualquier medida nunca es exacta, su última cifra siempre es aproximada, Debido a ello toda medida presenta siempre una incertidumbre o error determinada por la precisión del instrumento.

La determinación de la apreciación de un instrumento que tiene solamente una escala, se realiza siguiendo la explicación dada a continuación.

Se escogen dos valores sobre la escala, que pueden ser consecutivos o no. Se hace la diferencia del valor mayor (n) menos el valor menor (m) y se divide entre el número de partes en que está dividido el intervalo (ver fig.1.1).

$$\text{Apreciación} = \frac{n - m}{N^{\circ} \cdot \text{total de divisiones}} \quad (1.1)$$

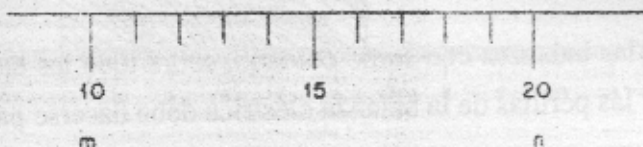


Figura 1.1: Apreciación de un instrumento.

$$= \frac{20 - 10}{10} = 1$$

La apreciación de un instrumento es una indicación del error de la medida. Se habla entonces de "precisión" de un instrumento: a menor apreciación, mayor precisión.

1.3. Medición de la masa

La masa de un cuerpo se determina con una balanza, por comparación con otras masas conocidas.

En el laboratorio, generalmente existen dos tipos de balanzas:

1. **Balanza de dos platillos**, que compara la masa desconocida colocada en un platillo con masas conocidas colocadas en el otro.
2. **Balanza de un solo platillo**. En este tipo de balanza, se coloca el cuerpo al que se desea determinar la masa en el platillo; luego la balanza se lleva al equilibrio mediante el uso de jinetillos, que se colocan en la escala graduada. En esta escala se obtiene el valor de la masa del cuerpo. Estas balanzas pueden ser mecánicas o eléctricas.

Cuando se utiliza una balanza, se deben observar ciertas reglas

- Manejar las balanzas con sumo cuidado, sobre todo las eléctricas; por eso al mover las perillas de la balanza eléctrica debe hacerse paso a paso.
- Evitar tocar con los dedos el platillo.
- Evitar poner sustancias químicas o recipientes húmedos sobre el platillo. Utilizar sobre el platillo un papel.

1.4. Medición de la longitud

1.4.1. La cinta métrica

Cuando se desea medir longitudes, uno de los instrumentos comúnmente usado es la cinta métrica, cuya apreciación es de 1 mm.

La medida de la longitud de un objeto implica la comparación directa del mismo con la cinta métrica, esto es, hay que fijar la posición de los extremos del objeto sobre la escala graduada. Lo recomendable es colocarlo en la parte donde sea posible leer con claridad (como se muestra en la figura 1.2), y no es recomendable hacer coincidir los extremos de la cinta métrica con el objeto, pues en general estos extremos están deteriorados.

1.4.2. El vernier

Al medir un objeto con una regla graduada o una cinta métrica, es posible que exista una fracción de la escala que no puede ser apreciada como se muestra en la figura 1.2. Allí se puede notar que el objeto mide entre 5,5 cm y 5,6 cm.

Si nosotros deseamos menor error (mayor precisión), entonces se puede usar el vernier. La fig. 1.3 muestra el vernier y el objeto cuya longitud se desca conocer.

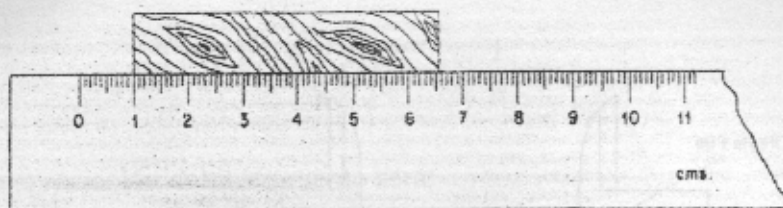


Figura 1.2: Forma adecuada de medir usando una regla deteriorada. Medida: $(5,5 \pm 0,1)\text{cm}$.

Allí se señalan las dos partes más importantes del instrumento: la regla fija y la regla móvil llamada corrientemente *nonio*.

Ya hemos señalado que uno de los elementos del vernier es la regla móvil o nonio. Ella está destinada a lograr una precisión que no permite la regla graduada. La regla fija posee divisiones milimétricas y el nonio generalmente está graduado en 10 ó 20 divisiones. El nonio de la fig. 1.3 posee 20 divisiones. La apreciación del vernier está dada por la diferencia entre la longitud de una división de la escala principal y la longitud de una división del nonio.

Al ser colocado el cero del nonio, por ejemplo en la división 4 cm de la regla fija como se señala en la fig. 1.4, las divisiones del nonio llegan a 5,9 cm. Es decir, las 20 divisiones que hemos señalado del vernier corresponden a una longitud de 1,9 cm en la escala fija o principal. Luego, cada división del vernier es de $\frac{1,9}{20}\text{cm} = 0,095\text{cm}$.

De acuerdo a lo anterior, la diferencia entre las longitudes de una división de la escala principal y una división del vernier de la fig. 1.4, es de $(0,10 - 0,095)\text{cm}$, o sea $0,005\text{cm}$, que corresponde a la apreciación del vernier.

Para el caso general, cuando el nonio tiene n divisiones, la apreciación del vernier se puede determinar de la siguiente manera:

Las n divisiones del nonio corresponden a $(n - 1)$ divisiones de la regla principal. Por lo tanto, cada división del nonio mide $\left(\frac{n-1}{n}\right)\text{mm}$. La diferencia con una

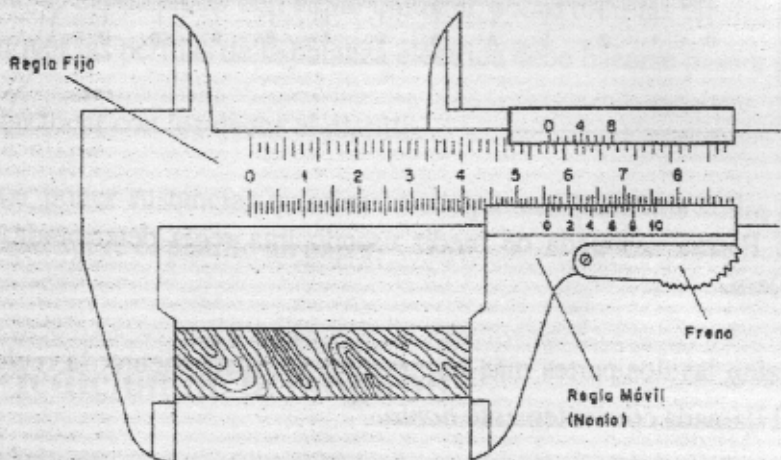


Figura 1.3: Medición de longitud mediante Vernier. Medida $(5,530 \pm 0,005)$ cm.

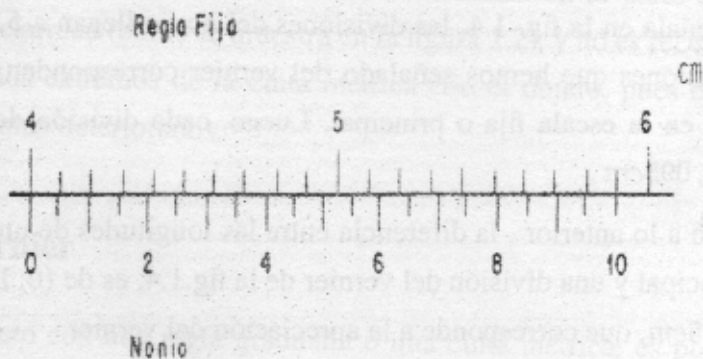


Figura 1.4: Escalas del vernier

división principal será:

$$\left(1 - \frac{n-1}{n}\right) mm = \frac{1}{n} mm$$

es decir, la apreciación del instrumento será:

$$\text{Apreciación del vernier} = \frac{\text{Apreciación de la escala principal}}{N_o \text{ total de divisiones del nonio}} \quad (1.2)$$

Para el vernier de la fig. 1.4, la apreciación es:

$$\text{Apreciación} = \frac{0,1 cm}{20} = 0,005 cm$$

Volviendo a la fig. 1.3, se puede observar que la posición del cero del vernier está entre 5,5 y 5,6 cm. Es decir, las dos primeras cifras son las que corresponden a la medida hecha anteriormente con la cinta métrica: 5,5 cm. Respecto a la cifra siguiente ella se obtiene del nonio. En él se puede observar que la rayita 7 (o la sexta división) coincide con la rayita 6,2 de la escala principal. Entonces la medida que se lee en el vernier es $(5,530 \pm 0,005) cm$, o bien $(55,30 \pm 0,05) mm$.

1.4.3. El tornillo micrométrico

Cuando se enrosca un tornillo en una tuerca, él avanza cierta longitud dentro de ella. Si el giro comprende una vuelta completa la longitud recorrida se llama *paso del tornillo*. Esta propiedad es el principio básico de funcionamiento del Tornillo Micrométrico, otro instrumento de precisión utilizado para la medición de longitudes. La fig. 1.5 muestra un tornillo micrométrico y sus partes fundamentales: la escala fija, el tambor, la tuerca de seguridad y el freno.

En una medición con el tornillo micrométrico las primeras cifras están dadas sobre la escala fija. En el ejemplo mostrado en la fig. 1.5, ellas son: $11 mm$. Las cifras siguientes son dadas en el tambor: $0,26 mm$. Para comprender esta última lectura,

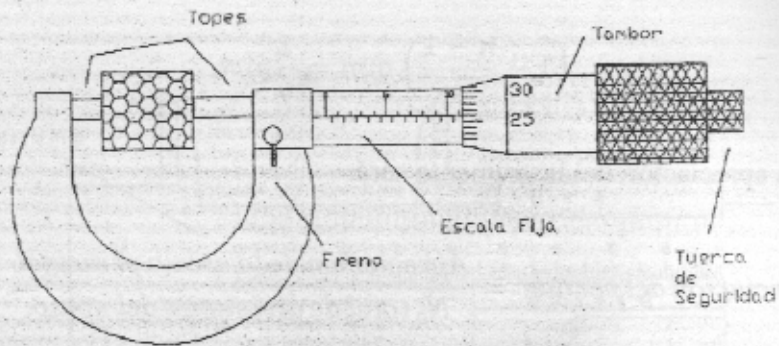


Figura 1.5: Tornillo Micrométrico

sabemos que el tornillo tiene un paso de $0,5\text{ mm}$ y que el tambor está dividido en 50 partes iguales, es decir, se puede apreciar $0,01\text{ mm}$.

Así, la apreciación de un tornillo micrométrico corresponde a:

$$\text{Apreciación} = \frac{\text{paso del tornillo}}{\text{No. total de divisiones del tambor}} \quad (1.3)$$

Para el tornillo de la fig 1.5, la apreciación es:

$$\text{Apreciación} = \frac{0,5\text{ mm}}{50} = 0,01\text{ mm},$$

y la lectura en esa misma figura es $(11,26 \pm 0,01)\text{ mm}$.

Note que, en la escala fija milimétrica aparecen unas divisiones en la parte inferior de la misma, que permiten determinar con más facilidad si el tambor ha o no realizado una vuelta. Es decir, si es o no necesario agregar $0,50\text{ mm}$ a la lectura del tambor.

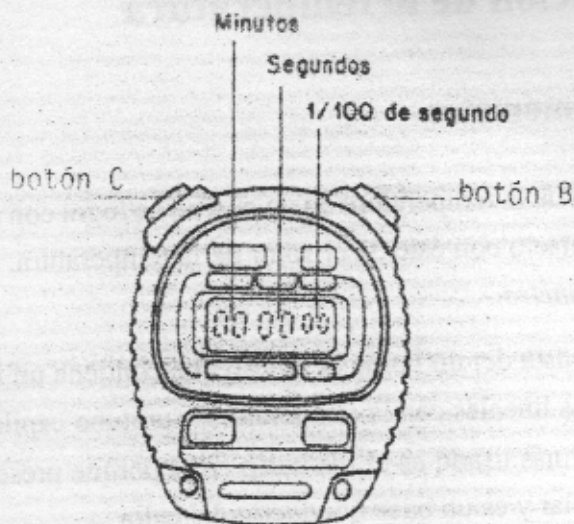


Figura 1.6: Cronómetro

1.5. Medición del tiempo

1.5.1. El cronómetro

Los intervalos de tiempo se pueden medir utilizando un cronómetro, que consta de un sistema de reloj digital, indicando minutos, segundos y fracciones de segundo. Tiene un botón B utilizado para comenzar y detener el cronometraje y un botón C para regresarlo a cero (ver fig. 1.6).

El cronómetro posee un circuito electrónico y un oscilador de cuarzo. No debe someterlo a: choques violentos, temperaturas elevadas, ni exponerlo al agua.

1.6. Medición de la temperatura

1.6.1. El termómetro

La lectura directa de la temperatura de un cuerpo se logra con un instrumento que al ponerlo en contacto con éste da el valor de la temperatura. A este instrumento se le llama *termómetro*.

El termómetro consta de: un bulbo de vidrio que contiene un líquido que experimenta dilataciones lineales con la temperatura y un tubo capilar graduado y calibrado. El líquido más usado es el mercurio (*Hg*) porque presenta una capacidad de dilatación regular y es un buen conductor del calor.

Estos termómetros tienen su escala dividida por el fabricante quien garantiza la apreciación del mismo, la que se puede determinar por el método descrito antes para instrumentos de una sola escala.

Las escalas pueden estar divididas en grados centígrados (o Celsius) $^{\circ}C$, en grados Fahrenheit $^{\circ}F$ y/o en grados Kelvin K (escala absoluta).

La relación entre la escala centígrada y la absoluta es,

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,2. \quad (1.4)$$

Es bueno recordar que, una diferencia de temperatura de un grado Kelvin es igual a una diferencia de un grado centígrado.

La relación de la escala centígrada con la escala Fahrenheit es :

$$T(^{\circ}F) = \frac{9}{5}T(^{\circ}C) + 32. \quad (1.5)$$

También se debe recordar que, una diferencia de un grado Centígrado no es igual a una diferencia de un grado Fahrenheit (Verificarlo).

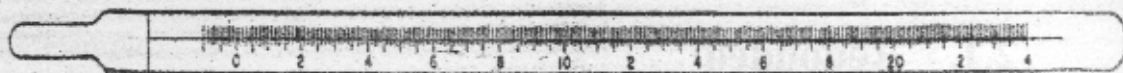


Figura 1.7: Termómetro