



*Universidad Nacional del Nordeste*

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura*

# **FÍSICA I**

## **Mecánica y Termodinámica**

### **CARRERAS:**

- **Ingeniería Eléctrica**
- **Ingeniería Electrónica**

## **PLAN DE ACTIVIDADES**

**AÑO 2001**

## **TRABAJO PRÁCTICO N° 1**

- *Lic. María Silvia Aguirre*
- *Prof. Susana J. Meza*

# FÍSICA I (Mecánica y Termodinámica)

## TRABAJO PRÁCTICO Nº 1

### CONTENIDOS

Objeto de la Física. Magnitudes físicas. Clasificación. Patrones. Unidades. Sistemas de unidades. SIMELA. Análisis dimensional. Proceso de medición. Errores. Clasificación.

### OBJETIVOS

Que el alumno logre:

- Diferenciar magnitudes fundamentales de derivadas.
- Utilizar correctamente las unidades correspondientes al SIMELA
- Definir medida de una cantidad.
- Reconocer la presencia de errores en el proceso de medición.
- Expresar correctamente el resultado de una medición.
- Diferenciar entre exactitud y precisión de un instrumento

### BIBLIOGRAFIA ESPECIFICA

- ALONSO, M.,FINN, E. J. - FÍSICA- Editorial Addison - Wesley Iberoamericana- 1995. Capítulo 2
- BALSEIRO,J.A.- MEDICIONES FÍSICAS- CÁLCULO DE ERRORES, APROXIMACIONES, MÉTODOS GRÁFICOS- Librería Hachette S.A. 1956
- CERNUSCHI,F., GRECO,F.I. - TEORÍA DE ERRORES DE MEDICIONES- EUDEBA- 1974
- FERNANDEZ, J.E. , GALLONI, E. E. - TRABAJOS PRÁCTICOS DE FÍSICA - Librería y Editorial Nigar S.R.L. Buenos Aires-1968
- RESNICK, HALLIDAY, KRANE - FÍSICA-Volumen 1 - CECOSA- 1997. Capítulo 1.
- ROEDERER,J.G.- MECÁNICA ELEMENTAL. Complementos para su enseñanza y estudio. Editorial universitaria de Buenos Aires.1966. Capítulo 1 y 2
- SEAR, F.W., ZEMANSKY,M.W., YOUNG,H.D., FREEDMAN,R.A. - FÍSICA UNIVERSITARIA- Volumen 1 – Addison Wesley Longman de Mexico S.A.-1998.. Capítulo 1.
- TIPLER- Física. Editorial Reverté - 1994
- YOUNG, H. D. - FUNDAMENTOS DE MECÁNICA Y CALOR. McGraw-Hill Book Company. 1966. Capítulo 1.

### ALGUNAS CUESTIONES PREVIAS:

Se entiende por **magnitud física** como aquel atributo de un cuerpo, un fenómeno o una sustancia que puede cuantificarse, es decir que es todo aquello que es susceptible de ser medido, pero que además debe satisfacer las propiedades de adición y sustracción.

**Medir** significa asociar a una magnitud física, un valor dimensionado en relación con la unidad que arbitrariamente se ha definido para medirla.

El **Proceso de medición** es un proceso físico experimental en el que interactúan tres sistemas:

- Lo que se va a medir
- El / los instrumentos con los que se mide (del cual el observador forma parte)

- Sistema de referencia con que se compara, es decir las unidades.

El proceso de medición dá como resultado una **cantidad** que es la **medida** de la magnitud.

Para medir se elige previamente una unidad a fin a la magnitud a medir y luego se ve cuántas veces cabe la unidad elegida en la magnitud a medir.

Toda magnitud física puede ser definida **operacionalmente**, es decir en función de las operaciones que se realizan para medirla.

Una misma magnitud puede ser definida operacionalmente de muchas maneras diferentes, ya que los procesos de medición dependen en general del grado de desarrollo de los métodos de medición y del avance de las teorías científicas, consecuentemente las definiciones operaciones son aproximadas y perfectibles a medida que la ciencia progresa.

La coherencia de la ciencia está fundada en que las mediciones de una misma magnitud, basadas en leyes físicas distintas y por lo tanto en procesos de mediciones diferentes, conducen a resultados aproximadamente iguales.

Como resultado de este análisis, surge que:

- Es imposible conocer el verdadero valor de una magnitud física.
- El resultado de una medición tiene sentido, sólo cuando se puede valorar de una u otra forma el error que la afecta.

Como resultado de un proceso de medición lo que se busca es encontrar el valor más representativo de la medida de la magnitud en cuestión, valor que estará afectado de una incertidumbre o error que necesariamente se deberá adjuntar a la medida de la magnitud obtenida.

Toda magnitud posee:

- Un valor verdadero ( X ), que es desconocido
- Un valor observado, experimental ( X' ), que está afectado de error.

Basándose en sus relaciones, distinguimos:

<b>Error absoluto (ε<sub>a</sub>)</b>	<b>Error relativo (ε<sub>r</sub>)</b>	<b>Error porcentual (ε%)</b>
$\epsilon_a = \Delta X = X - X'$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es dimensionado</li> <li>• El signo indicará si es por exceso o por defecto</li> <li>• No es suficiente para caracterizar la precisión de la medida.</li> </ul>	$\epsilon_r = \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta X}{X' \pm \Delta X} \cong \frac{\Delta X}{X'}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es adimensional</li> <li>• Representa el error por cada unidad en que se mide la magnitud.</li> <li>• Permite determinar la precisión de la medida realizada.</li> </ul>	$\epsilon\% = \epsilon_r \cdot 100$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es adimensional.</li> <li>• Representa el error por cada 100 unidades en que se mide la magnitud.</li> <li>• Permite comparar mediciones realizadas por distintos métodos.</li> </ul>

El resultado correcto de una determinación experimental, se expresa :

$$X = X' \pm \Delta X$$

Según el origen, los errores pueden clasificarse en:

1. **SISTEMÁTICOS** : Son los provenientes de:

- Una imperfección o desajuste del instrumento de medida
- Aplicación de un método erróneo
- Acción permanente de una causa exterior.

Son siempre prácticamente iguales y del mismo signo.

2. **DE APRECIACIÓN:** La mayoría de las determinaciones experimentales se reducen a la lectura de escalas. Al hacerlo el observador debe apreciar una graduación de la división mínima de la escala, lo que lleva implícito un cierto error.

Pueden clasificarse en:

- o **Errores de apreciación en mediciones directas:** son los que dependen del tipo de dispositivo de lectura y de la habilidad del observador para realizarla.

El signo de este error puede ser tanto negativo como positivo y su valor máximo es practicamente constante para un mismo observador operando en iguales condiciones.

Por ej. : el tiempo entre dos sucesos utilizando un cronómetro. El error absoluto cometido está dado por la precisión del instrumento utilizado.

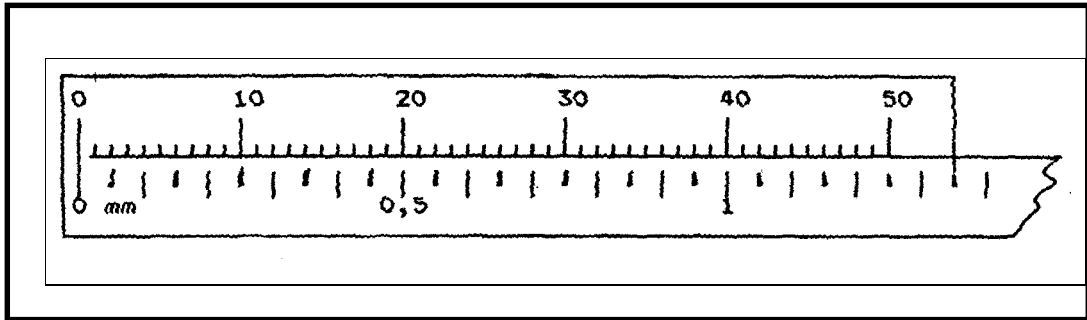
Definiremos algunos conceptos:

**Precisión :** de un instrumento es la menor división de la escala del mismo.

Por ejemplo, entre:

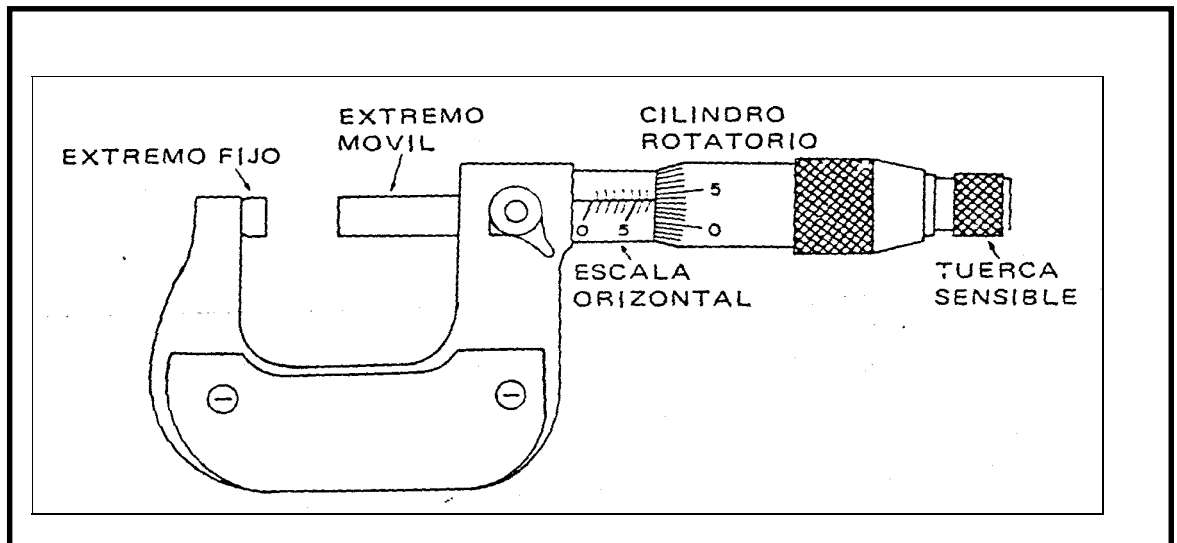
- Una regla graduada en mm, tiene una precisión de 1 mm.
- Un instrumento fundado en el **nonius o vernier** (como el calibre) la precisión puede calcularse:

$$p = \text{precisión} = \frac{\text{menor división de la escala}}{\text{número de divisiones del vernier}}$$



$$p = \frac{0,05mm}{50div} = 0,001mm / di'$$

- En un instrumento fundado en el **tornillo micrométrico** (palmer, esferómetro) de paso de rosca  $h$  constante.



$$p = \frac{h}{n} ,$$

donde  $n$  el número de divisiones del tambor circular o limbo graduado según el instrumento que se trate.

Un instrumento de medida debe ser exacto, preciso y sensible.

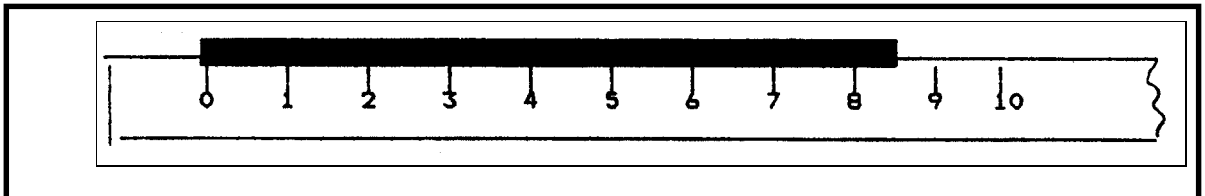
**Exacto:** si las medidas que se realizan con él, son todas muy próximas al valor verdadero, de la magnitud que se mide.

**Preciso:** si la diferencia entre distintas medidas de la misma magnitud es muy pequeña. La **sensibilidad** de un instrumento está relacionado con el valor mínimo de la magnitud que es capaz de medir.

**Estimación de una lectura:** es el menor intervalo que un observador puede determinar con ayuda de la escala del instrumento utilizado para medir.

Si se mide una longitud con una regla que aprecia 12 cm puede ocurrir que uno de los extremos de esa longitud no coincida con una división de la regla. Si el observador se siente capaz de estimar media división ( 0,5 cm), la lectura será de acuerdo al ejemplo 8,5 cm.

La estimación de las lecturas, en esas condiciones, para ese observador y regla será 0,5cm.



- o **Errores de apreciación en mediciones indirecta:** Son los errores que se introducen en aquellas magnitudes que resultan de aplicar una ley física que vincula a magnitud a medir con otras magnitudes medibles directamente.

3. **CASUALES:** Cuando una misma magnitud es medida un cierto número de veces con el mismo instrumento y en las mismas condiciones, los valores obtenidos no son idénticos, difieren entre si en pequeñas cantidades. Estas diferencias pueden ser atribuibles a factores no previsibles tales como:

- Pequeñas variaciones en las condiciones ambientales (temperatura, presión etc.)
- Causas atribuibles al observador (error de paralaje, variación de la atención, fatiga, etc.)
- Del propio instrumento (tensiones accidentales de los soportes, etc.)

Estos errores obedecen a leyes de carácter estadístico y a ellos se refiere la Teoría estadística de errores.

Supongamos que sea  $X$  el verdadero valor de la magnitud, cuando se efectua una serie de determinaciones se obtienen:

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$$

donde los subíndices indican las observaciones experimentales.

Llamaremos **valor promedio** o **valor medio** o **valor más probable** de las  $n$  determinaciones a:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

**La desviación de cada medición será:**

$$\varepsilon_i = \bar{X} - X_i$$

Como estas desviaciones pueden resultar con signo positivo o negativo, si se suman todas las desviaciones, puede darse el caso que se anule, lo que carece de significado físico, por lo que se lo eleva al cuadrado antes de sumar.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2$$

Esto da idea global de cómo se distribuyen los valores  $X_i$  alrededor del valor promedio y depende de  $n$  y de las desviaciones.

El valor más probable es el que hace mínima la suma cuadrática de las desviaciones, pero el problema es que la suma cuadrática de las desviaciones no sólo depende de las fluctuaciones, sino también del número total de las determinaciones (n), para independizarnos de él, definimos una nueva cantidad que es la **varianza**:

$$v = \frac{\sum \varepsilon_i^2}{n} = \frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2 \cdot f_i}{n}$$

Donde  $f_i$  es la frecuencia (número de veces que se repite un valor). La varianza representa el promedio de las desviaciones cuadráticas. No depende de n, porque al aumentar n también aumentan los  $\varepsilon_i^2$ . Depende de la forma en que los datos individuales fluctúan alrededor del promedio. Para n muy grande, la varianza se independiza de n pero el problema es que la varianza no tiene las mismas unidades que X, por lo que no se puede comparar con  $\bar{X}$ .

Se introduce entonces la raíz cuadrada de la varianza que se conoce como **dispersión**, **desviación típica** o **error estándar** de cada medición:

$$\sigma = \sqrt{v} = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum [\bar{X} - X_i]^2 f_i}{n}}$$

Sirve para:

- Comparar las mediciones efectuadas por distintos métodos.
- Depende del método de medida
- Da idea de las fluctuaciones de los valores alrededor del promedio.
- Es semejante al error absoluto de medición y al de apreciación pero para un número grande de mediciones, es decir que el verdadero valor de una magnitud debe expresarse por:

$$X = \bar{X} \pm \sigma$$

Es interesante aclarar que los valores se distribuyen de tal manera que entre :

- $\bar{X} - \sigma$  y  $\bar{X} + \sigma$  se halla el 68,27%
- $\bar{X} - 2\sigma$  y  $\bar{X} + 2\sigma$ , se halla el 95,45%
- $\bar{X} - 3\sigma$  y  $\bar{X} + 3\sigma$ , se halla el 99,73%

El error relativo, que da idea de la calidad de la medición, será entonces:  $\eta = \frac{\sigma}{\bar{X}}$

y el error porcentual

$$\eta\% = \eta \cdot 100$$

## HISTOGRAMA:

Hemos visto que si tomamos una serie de n determinaciones de una magnitud X, estos valores están distribuidos alrededor del promedio. Cuando nos proponemos hacer una medición más, la (N+1)-ésima, no podemos saber de antemano el resultado de la misma, pero sí podremos decir que, con buena probabilidad estará cerca del promedio y que con probabilidad menor estará lejos, es decir que podemos decir algo sobre la probabilidad de que su valor esté en un determinado intervalo de posibles valores.

Si graficamos los valores obtenidos en nuestra serie de mediciones obtendremos una figura en que los valores se aglutinan cerca del promedio y se hacen más ralos a medida que nos alejamos de él.

Si dividimos el eje x en pequeños intervalos iguales  $\Delta x$ , y contamos el número de observaciones que caen en cada intervalo ( $f_i$ ) podremos construir una representación

gráfica en la que la altura (eje y) representa el número de valores que se encuentran en cada intervalo considerado.

Esto es lo que se llama histograma, es una representación gráfica donde a todo un intervalo le corresponde un valor sobre el eje y .

Es una representación gráfica de frecuencias en función de  $\Delta x$  ; siendo  $\Delta x$  la amplitud de pequeños intervalos y la frecuencia el número de determinaciones que caen en cada intervalo.

De esta manera se obtienen rectángulos cuyas bases son las variables de observación, de tal forma que si se han tomado intervalos de clases iguales, las superficies resultan proporcionales a las frecuencias de clase.

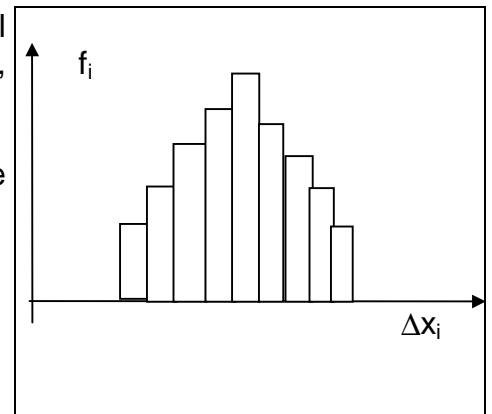
Permite determinar a primera vista el entorno en el cual existe la mayor acumulación de determinaciones.

### Construcción del histograma:

Los pasos a seguir son :

1. Ordenar los datos recopilados de mayor a menor y al mismo tiempo, como hay valores que se repiten, establecer la frecuencia absoluta.
2. Obtener el recorrido de la variable.
3. Elegir el número de intervalos del histograma .Conviene que sea impar y comprendido entre 7 y 15.
4. Obtener la amplitud  $\Delta x$  .

$$\Delta x = \frac{\text{rango de la variable}}{\text{número de intervalos}}$$



5.

El cociente debe ser exacto, caso contrario puede ampliarse el rango de la variable haciendo:

$$\Delta x = \frac{\text{valor mayor que el mayor} - \text{valor menor que el menor}}{\text{número de intervalos}}$$

6. Obtener los extremos de los intervalos
7. Elegir los extremos abiertos y cerrados de los intervalos.
8. Determinar la frecuencia de cada intervalo.
9. Calcular las marcas, siendo las marcas los puntos medios de cada intervalo.
10. Elegir unidades arbitrarias sobre los ejes, para representar las frecuencias en ordenadas y las amplitudes de los intervalos en abscisas.
11. Obtener los rectángulos.

## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1.

Calcular el error de apreciación de los siguientes instrumentos.

- a) regla milimetrada de 30 cm de largo
- b) regla de un metro calibrada en cm
- c) cinta métrica de 25 m de largo calibrada cada 5 cm

## ACTIVIDAD 2.

El siguiente valor corresponde a la medida del espesor de una hoja de papel:  $(1,25 \pm 0,02)$  mm

- Explique el significado de cada uno de los términos que aparecen en la expresión.
- Calcule los errores relativos y porcentual cometidos.

## ACTIVIDAD 3.

Determine el diámetro exterior de un tubo de vidrio empleando el/ los instrumentos que en cada caso se le suministrará.

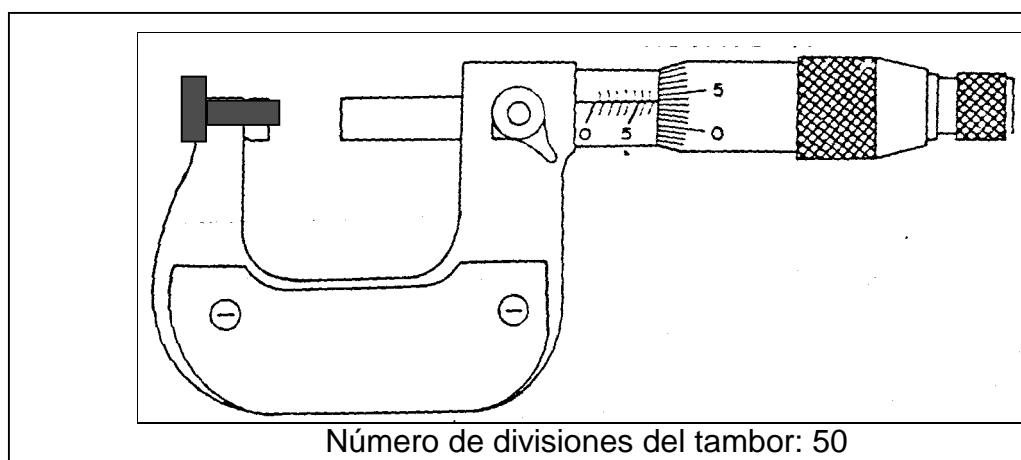
- escriba correctamente el resultado de la medida.
- Calcule los errores relativos y porcentuales.

Establezca cuál de las mediciones realizadas es más precisa. Fundamente su respuesta.

## ACTIVIDAD 4.

Se dispone del tornillo micrométrico de la figura; con él, determine:

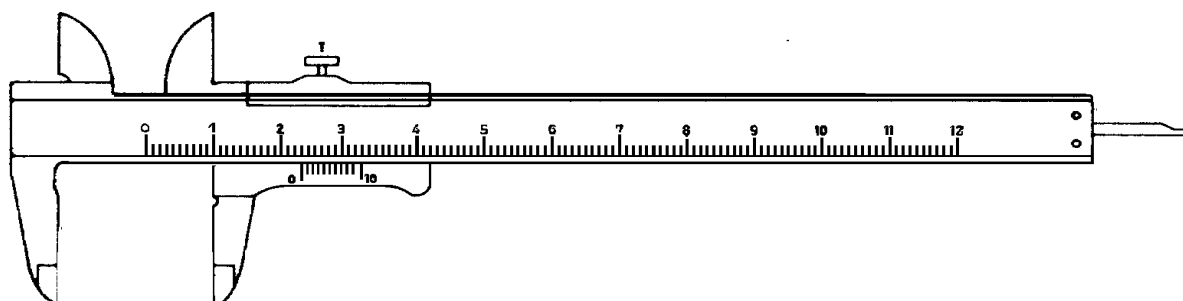
- La precisión del tornillo micrométrico.
- La longitud del objeto de la figura, expresando correctamente el resultado.
- Calcule los errores que afectan a esta determinación experimental.



## ACTIVIDAD 5

Para efectuar el cálculo del volumen de un prisma recto se realizan las medidas correspondientes a los lados de la base y altura del mismo.

- Determine la precisión de cada uno de los instrumentos a utilizar
- Escriba correctamente el resultado de las determinaciones de  $h$  y  $b$  realizadas.
- Indique cuál de medidas realizadas es más precisa. Fundamente su respuesta.
- Compare los resultados obtenidos en el inciso b) de esta actividad con el obtenido en el inciso b) de la Actividad 4. ¿Cuál de todas las mediciones es la más precisa?.

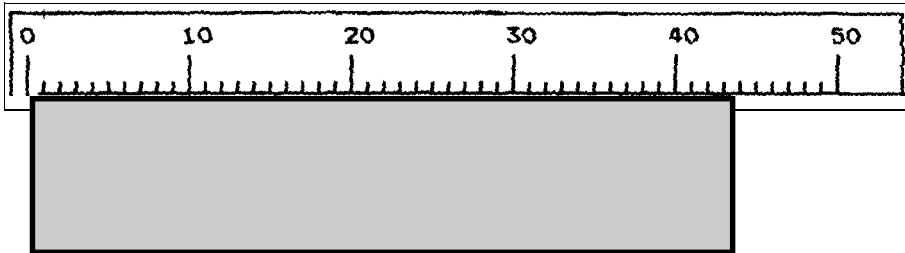






Base

Graduación escala mayor calibre en cm.  
Graduación escala regla en cm



Una de las caras del prisma

### ACTIVIDAD 6

Al promediar una serie de determinaciones experimentales del tiempo de caída de un cuerpo, utilizando un cronómetro al  $1/5$  de segundo, se obtiene el valor 32,5482 segundos. Exprese correctamente el resultado de la determinación.

### ACTIVIDAD 7

Al Efectuar una medición se obtiene el valor  $(134,8 \pm 0,1)$  m. Se desea expresar este valor en el sistema c.g.s. ¿Cómo procede?. Justifique su respuesta.

### ACTIVIDAD 8

Supongamos que al adquirir un instrumento de medida, el comerciante nos agarantiza que es exacto. En base a ese dato:

- ¿Puede afirmar que el instrumento es preciso?
- Si por el contrario, el comerciante nos garantiza que es preciso, ¿podríamos afirmar que el mismo es exacto? Fundamente su respuesta.

### ACTIVIDAD 9.

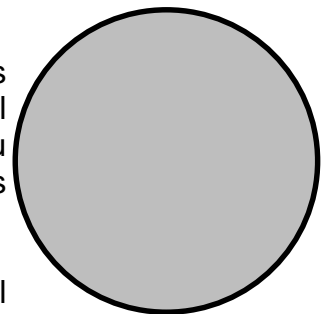
Se determinó experimentalmente, utilizando una regla de 50 cm de longitud y graduada en milímetros, que una hoja de papel tiene una longitud de  $(29,7 \pm 0,1)$  cm.

- ¿Qué representan estos valores?
- ¿Cuál es el error absoluto, relativo y porcentual que afecta a la determinación?
- Si se corta por la mitad la hoja, ¿puede determinar qué longitud tiene cada una de las partes sin volver a medir?

### ACTIVIDAD 10

2 - Se pretende calcular la superficie de un círculo con el menor error posible., para ello se emplean dos procedimientos :

Procedimiento 1 : Mediante el trazado de por lo menos tres diagonales, determine el centro de gravedad del círculo. Mida el radio así obtenido, eligiendo entre los instrumentos a su disposición, aquel que le permita realizar la determinación más precisa.



Procedimiento 2 : Determine el radio del círculo, midiendo el diámetro. Escriba correctamente el resultado de la medición.

Escriba correctamente el resultado de ambas determinaciones, indique la más precisa y fundamente su respuesta.

### ACTIVIDAD 11

Se mide 10 veces la temperatura del interior de una caja, con un Multimeter. Los valores expresados en  $^{\circ}\text{C}$  son los siguientes:

44,6 - 44,1 - 44,3 - 44,7 - 44,9 - 45,0 - 45,1 - 44,2 - 44,4 - 44,8

Hallar el valor más probable.

## ACTIVIDAD 12

Se mide 35 veces la corriente que circula por un circuito con un galvanómetro. Los valores obtenidos, expresados en mA (miliamperes), son los siguientes:

21,90 - 22,00 - 21,86 - 21,93 - 22,01 - 21,71 - 21,76 - 21,83 - 21,82 - 21,75 - 21,48 - 21,85 - 21,76 - 21,87 - 21,74 - 21,80 - 21,74 - 21,65 - 21,84 - 21,59 - 21,83 - 21,68 - 21,84 - 21,63 - 21,67 - 21,94 - 21,64 - 21,82 - 21,66 - 21,73 - 21,82 - 21,72 - 21,73 - 21,79 - 21,76

Determine :

- el valor más probable,
- el grado de tolerancia que admiten ,
- la aproximación de los resultados en determinaciones futuras,
- trace el histograma correspondiente.

## ACTIVIDAD 13

Experimentalmente se determinaron los siguientes tiempos de reacción de una persona :

t( s )	0,185	0,186	0,191	0,193	0,203	0,204	0,205	0,211
frecuencia	1	1	2	1	2	2	2	3
t(s)	0,219	0,220	0,223	0,224	0,230	0,233	0,234	0,245
frecuencia	4	3	2	2	1	2	2	1

- Determine el  $\bar{t}$  y  $\sigma$
- Construya un histograma de 7 intervalos y rango ( 0,180 - 0,250) seg
- Explique el significado físico de :  $\bar{t}$  ,  $\sigma$  y  $(\bar{t} \pm \sigma)$  .

## ACTIVIDAD 14

Dados los siguientes instrumentos de medición;

Regla milimetrada de 30 cm de largo

Regla de un metro calibrada en cm

Cinta métrica de 25 m de largo calibrada cada 5 cm

Indique :

- cuál tiene menor error de apreciación
- Cuál usaría para medir el largo de un lápiz?
- Cuál usaría para medir el largo de un puente
- Cuál usaría para medir el ancho y el largo de una habitación.

[VOLVER](#)

[TOP](#)