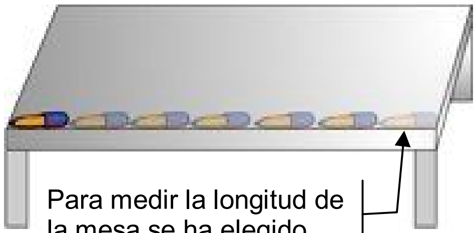
| | | |
|---|---|---|
| Dpto. Física y Química | **LA MEDIDA** | **IES La Magdalena**<br>**Avilés. Asturias** |

***Magnitud*** es todo aquello que puede ser medido. Por ejemplo una longitud, la masa, el tiempo, la temperatura... etc.

***Medir una magnitud consiste en compararla con otra de la misma especie (elegida arbitrariamente) llamada unidad y ver cuántas veces está contenida dicha unidad en la magnitud medida.***

Ejemplo.

Si tratamos de medir la longitud de una mesa (magnitud), deberemos primero elegir una unidad de medida y ver, después, cuántas veces esa unidad está contenida en la magnitud a medir.



Para medir la longitud de la mesa se ha elegido como unidad de medida "el boli". Miramos cuántas veces el bolígrafo está contenido en la mesa.
El resultado es: ***7 bolis.***

**Para expresar correctamente una medida debemos indicar, además del número, la unidad que se ha empleado en la medición.**

**Ejemplos:**

**10,3 cm; 100 ml; 27,6 g**

Al expresar el valor de una medida ***escribe el número y la unidad*** que se ha empleado. Escribir solo un número, sin unidad, es incorrecto.

Para expresar la unidad debes utilizar las abreviaturas admitidas internacionalmente (ver más abajo)

El ***Sistema Internacional de Unidades (S.I.),*** creado en 1960, es el sistema mundialmente aceptado para hacer medidas. Está basado en el Sistema Métrico.

Longitud, masa y tiempo son tres de las llamadas ***magnitudes fundamentales*** del Sistema Internacional.

**La unidad de masa del Sistema internacional (S.I.) es el kilogramo (kg)**

1 kg = 1000 g ($10^3$ g)

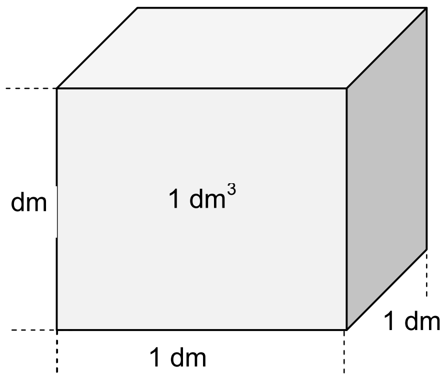
**La unidad de longitud del Sistema internacional es el metro (m)**

1 m = 100 cm ($10^2$ cm)= 1000 mm ($10^3$ mm)

**La unidad de tiempo del Sistema Internacional es el segundo (s)**

**La unidad de volumen del S.I. es el metro cúbico ($m^3$)**

El $m^3$ es el volumen ocupado por un cubo que tiene 1 m de lado.




**El litro es unidad de capacidad**

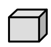
1 L = 1 $dm^3$ =1000 $cm^3$ ($10^3$ $cm^3$)

1 L = 1000 ml = $10^3$ ml

**El litro es la capacidad de 1 $dm^3$**

**Por tanto: 1 ml = 1 $cm^3$**

Un $cm^3$ es el volumen de un cubo que tiene un cm de lado



1 $cm^3$

Cuando usamos un aparato de medida para realizar una medida directa de la magnitud, es muy conveniente expresar la medida realizada con ***la incertidumbre***, o margen de error que podemos cometer al realizar la medida.

Para una sola medida la incertidumbre se toma como la mínima medida de la magnitud que se puede realizar con el aparato (división más pequeña), lo que recibe el nombre de ***sensibilidad del aparato de medida.***

Ejemplos:

- Si medimos una longitud con una regla que aprecia milímetros y la medida realizada es 23,4 cm, podemos expresar la medida con la incertidumbre (1 mm=0,1 cm) en la forma:

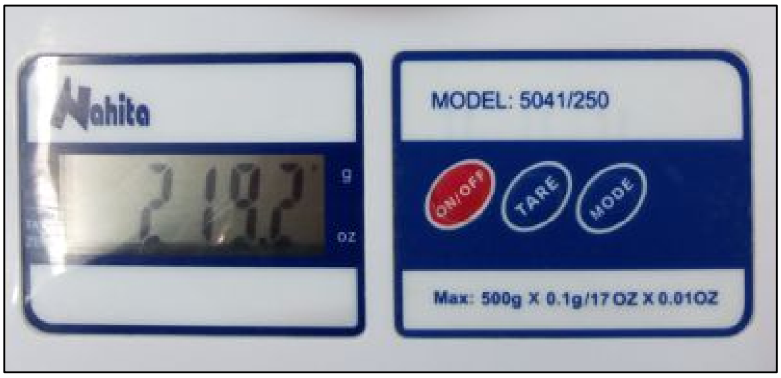
  $23,4 \pm 0,1\,\mathrm{cm}$ Lo que quiere decir que si realizamos una nueva medida va a estar comprendida entre 23,3 cm y 23,5 cm con una alta probabilidad.

- Si medimos el tiempo transcurrido con un cronómetro que aprecia milésimas de segundo (0,001 s) y obtenemos 15,432 s, expresaremos la medida con la incertidumbre asociada en la forma:

  $15,432 \pm 0,001\,\mathrm{s}$ Lo que quiere decir que si realizamos una nueva medida va a estar comprendida entre 15,431 s y 15,433 cm con una alta probabilidad.

- Si medimos la masa de un objeto con una balanza que aprecia décimas de gramo (0,1 g) y obtenemos 7,2 g, expresaremos la medida con la incertidumbre de la siguiente manera:

  $7,2 \pm 0,1\,\mathrm{g}$ Lo que quiere decir que si realizamos una nueva medida va a estar comprendida entre 7,1 g y 7,3 g con una alta probabilidad.




Resultado de una pesada con una balanza digital.

La sensibilidad es 0,1 g, así que la expresión de la *pesada* será:

$$219,2 \pm 0,1\,\mathrm{g}$$

Observa que en el ejemplo anterior el resultado de la masa del objeto es 219,2 g. Podíamos definir las ***cifras significativas*** como ***aquellas que tienen significado*** (nos aportan información) sobre el resultado de una medición. Son significativas la cifra afectada por la incertidumbre (último dígito) y las situadas a su izquierda, que no sean ceros. ***La masa del objeto anterior está dada con cuatro (4) cifras significativas.***

Recuerda que los ceros a la izquierda no son significativos. Se ponen, únicamente, para situar la coma:

- 0,5 g, ***tiene una sola cifra*** significativa (el 5), no dos.
- 126,0 g, ***tiene cuatro cifras significativas***. El cero, a la derecha de la coma, es significativo. Si escribimos la masa así es que estamos usando una balanza que aprecia décimas de gramo.

Cuando tengamos que manejar números pequeños, tales como 0,025 m, o grandes como 6400 km es muy útil recurrir a la **notación científica**:

$$0,025\,\mathrm{m} = 2,5.10^{-2}\,\mathrm{m}$$

Número con una sola cifra entera

Potencia de diez. Si el exponente es ***negativo*** hay que correr la coma del número que multiplica a la potencia (2,5 en este caso) ***hacia la izquierda*** tantos lugares como nos indique el exponente para obtener el número original.

$$6400\,\mathrm{km} = 6,4.10^{3}\,\mathrm{km}$$

Número con una sola cifra entera

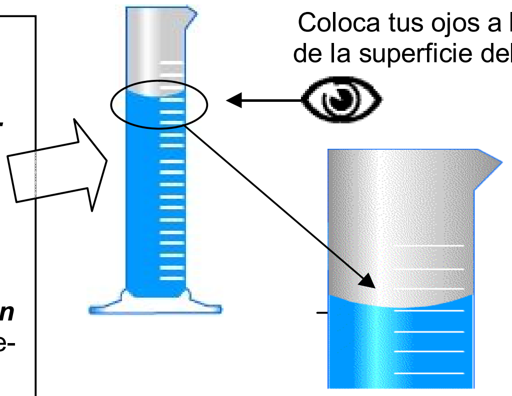
Potencia de diez. Si el exponente es ***positivo*** hay que correr la coma del número que multiplica a la potencia (6,4 en este caso) ***hacia la derecha*** tantos lugares como nos indique el exponente para obtener el número original.

## ¿Cómo medir volúmenes?

Para medir ***volúmenes de líquidos*** (medida directa) se utiliza la probeta

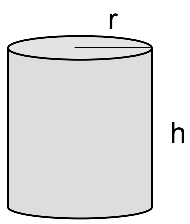
A la hora de **medir** el volumen con la probeta:

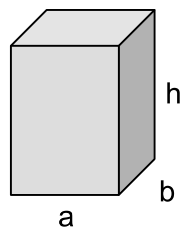
- Determina ***cuanto vale cada división***.
- Lee colocando tus ojos ***a la altura de la superficie del líquido.***
- La lectura correcta es la que queda ***tangente por la parte inferior del menisco.***
- A la hora de tomar el dato ***aproxima a la división más cercana.***
- ***No des el dato de volumen con una precisión mayor que la de la bureta*** (división más pequeña). Por ejemplo, si la probeta aprecia mililitros puedes leer 25 ml o 26 ml, pero no 25,5 ml.




***Para medir volúmenes de cuerpos sólidos irregulares*** (y que no se disuelvan en agua) puedes sumergir el cuerpo en agua y ver cuál es el volumen de líquido desalojado.


Podemos ***calcular (medida indirecta)*** el volumen de algunos cuerpos regulares multiplicando el área de la base por la altura.



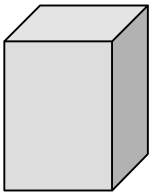




$$V_{cilindro} = \text{Area base . altura} = \pi\, r^2\, h \qquad V_{prisma} = \text{Area base . altura} = a.\,b.\,h$$

A la hora de realizar un cálculo pon primero la fórmula que vas a usar y, después, sustituye los datos numéricos ***con unidades***. El resultado se debe de expresar también con unidades.

**Ejemplo 1.**

Calcular el volumen del prisma de la figura



h= 8,3 cm

b=2,5 cm

a= 4,2 cm

Las unidades del resultado se deducen de las unidades de los datos: cm. cm. cm = $cm^3$

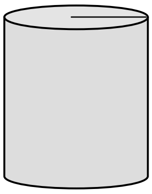
$$V_{prisma} = \text{Area base . altura} = a.\,b.\,h = 4,2\text{ cm . }2,5\text{ cm . }8,3\text{ cm} = 87\text{cm}^3$$

Al multiplicar o dividir el resultado ha de tener un número de cifras significativas igual al del dato que tenga menor número de cifras significativas.

**Ejemplo 2.**

Calcular el volumen del cilindro de la figura

r =1,1 cm



h= 7,1 cm

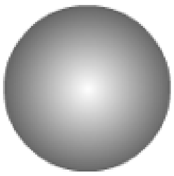
$$V_{cilindro} = \text{Area base . altura} = \pi.\,r^2.\,h = \pi.\,1,1^2\text{ cm}^2\text{ . }7,1\text{ cm} = 27\text{cm}^3$$

Observa que si tienes que elevar al cuadrado debes elevar tanto el número como la unidad.

**Ejemplo 3.**

Calcular el volumen de la esfera de la figura

Al dividir (o multiplicar) por un número entero da el resultado con el número de cifras significativas que tenga el dato.



Diámetro 5,3 cm

$$r = \frac{D}{2} = \frac{5,3\text{ cm}}{2} = 2,65\text{ cm} = 2,7\text{ cm}$$

$$V_{esfera} = \frac{4}{3}\pi\, r^3 = \frac{4}{3}\pi\, 2,7^3\text{ cm}^3 = 82\text{ cm}^3$$

**Ejemplo 4.**

Para medir el volumen de agua contenido en un recipiente se ha medido la mayor parte con una probeta (sensibilidad: 2 ml) obteniéndose 226 ml y para el resto final se ha empleado una bureta (sensibilidad: 0,1 ml), obteniéndose 15,5 ml. ¿Cuál es el volumen total de agua contenido en el recipiente?

$$V_{Total} = V_1 + V_2 = 226\text{ ml} + 15,5\text{ ml} = 242\text{ ml} = 242\text{ cm}^3$$

***Al sumar o restar,*** el resultado ha de tener ***un número de*** decimales igual al del dato que tenga ***menor número de decimales.***

## Errores. Cálulo de errores.

Al realizar medidas se cometen **errores** cuya magnitud es conveniente saber.

**Error absoluto.** Se define como la diferencia entre el valor medido o calculado y el valor verdadero o exacto.

$$Ea = V_{medido} - V_{verdadero}$$

Si el error absoluto es positivo se comete un error por exceso (se mide más que el valor verdadero).

Si el error absoluto es negativo se comete error por defecto (se mide menos del valor verdadero)

**Error relativo.** Se puede definir como el tanto por ciento de error que representa el error absoluto. El error relativo nos da idea de la calidad de la medida.

$$E_r = \frac{|E_a|}{V_{verd}} 100$$

Donde $|E_a|$ es el valor del error absoluto con signo positivo.

**El error absoluto no nos da idea de la calidad de la medida**, ya que no es lo mismo cometer un error de 1 $cm^3$ al medir 100 $cm^3$ que 1000 $cm^3$.

***Para tener una idea de si la medida realizada es buena o mala hay que calcular el error relativo, que se indica, normalmente, en tanto por ciento.***

Como norma, para el trabajo en un laboratorio escolar, tomaremos los siguientes criterios:

- Si el error relativo es ***superior al 10 %, la medida no es buena***.
- Si el error relativo ***está comprendido entre el 5% y el 10%, la medida es buena.***
- Si el error relativo ***está por debajo del 5 % la medida es muy buena.***

Observa que para calcular el error ***necesitamos saber el valor verdadero de la medida***, y el error nos da lo que nos apartamos de él. Cada medida tiene su error, que es desconocido hasta que hacemos la medida

**Ejemplo 5.**

Calcular el error absoluto y el relativo cometido al medir la masa de un trozo de metal para el que se ha obtenido un valor de 253,3 g si se sabe que el valor verdadero es de 254,6 g.

$$E_a = V_{med} - V_{verd} = (253,3 - 254,6)\,\frac{g}{cm^3} = -1,3\ g$$

$$E_r = \frac{|E_a|}{V_{verd}}.100 = \frac{1,3\ g}{254,6\ g}.100 = 0,5\ \%$$

Repetir el cálculo cuando se mide una masa de 20,4 g y el valor verdadero es de 21,7 g

$$E_a = V_{med} - V_{verd} = (20,4 - 21,7)\,\frac{g}{cm^3} = -1,3\ g$$

$$E_r = \frac{|E_a|}{V_{verd}}.100 = \frac{1,3\ g}{21,7\ g}.100 = 6\ \%$$

Observar la diferencia en el error relativo entre las dos medidas, aunque el error absoluto es el mismo para ambas.

## ¿Cómo expresar una medida (con su incertidumbre)?

1. ***Medidas directas.***

   Si realizas ***una sola medida*** toma como incertidumbre la sensibilidad del aparato.

   Ejemplo:

   $43,2 \pm 0,1\,\text{cm}$ para una sola medida hecha con un metro que aprecia milímetros

   Si se realizan ***varias medias*** se toma como ***valor verdadero la media aritmética*** de las medidas realizadas. ***Como incertidumbre tomaremos el error absoluto de la medida que más se aleje de la media (por defecto o por exceso).*** Si la incertidumbre calculada fuera inferior a la sensibilidad del aparato de medida se pone esta como incertidumbre de la medida.

   *Ejemplo:*

| | **t (s)** | **$E_a$ (s)** |
|---|---|---|
| 1 | 5,432 | -0,2 |
| 2 | 5,567 | -0,07 |
| 3 | 5,673 | 0,04 |
| 4 | 5,854 | 0,2 |
| Media (s) | 5,632 | |

$5,6 \pm 0,2\,\text{s}$

Ajustar el número de cifras significativas de la medida a la incertidumbre.

2. ***Medidas indirectas.***

   En este nivel ***tomaremos como incertidumbre de la medida el error absoluto***.

   Ejemplo:

   Para calcular la densidad de un trozo de metal se ha determinado su masa: 230,3 g y el volumen: 82 $cm^3$. Calcula la densidad y expresar la medida con su incertidumbre.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{230,3\,\text{g}}{82\,\text{cm}^3} = 2,8\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Con el fin de saber el valor verdadero de la densidad recurrimos a una tabla de densidades y vemos que la densidad más próxima es la del aluminio: 2,7 g/$cm^3$. Considerando este valor como valor verdadero calculamos el error absoluto cometido y expresamos la medida con su incertidumbre:

$$E_a = V_{med} - V_{verd} = (2,8 - 2,7)\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,1\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Medida}: 2,8 \pm 0,1\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$