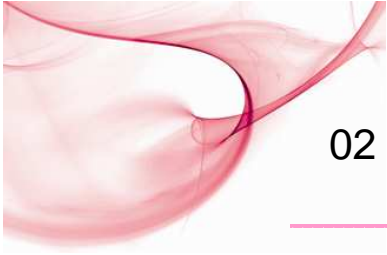


Operaciones básicas de laboratorio



Unidad 2

La medida: magnitudes,
unidades y errores



ÍNDICE

- 1. Magnitud y medida**
- 2. La unidad**
- 3. El Sistema Internacional de Magnitudes (SI)**
- 4. El sistema de unidades**
- 5. Expresión de la medida**
- 6. Los conceptos de exactitud y precisión**
- 7. Errores de las medidas**

Glosario

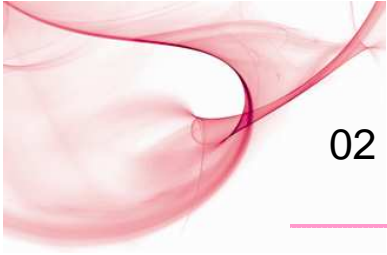
Exactitud. Grado de concordancia entre el valor real de la magnitud y el obtenido en la medida. Aplicado a un instrumento de medida es su capacidad para medir una magnitud con un valor cercano a su valor real.

Magnitud. Propiedad o cualidad que se puede medir.

Medida. Comparación de una magnitud con otra de la misma especie que se toma como patrón o unidad de referencia.

Precisión. Grado de proximidad entre valores obtenidos en mediciones repetidas de la magnitud de una misma sustancia u objeto. Aplicado a un instrumento de medida es su capacidad para obtener el mismo valor en diferentes medidas realizadas en condiciones semejantes (capacidad de replicabilidad de la medida).

Unidad. Patrón de comparación para una magnitud que permite obtener un valor concreto al realizar medidas.

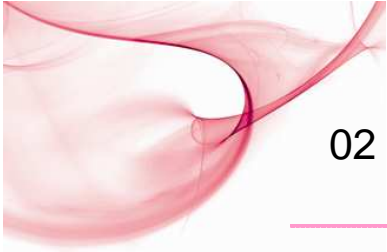


1. Magnitud y medida

- La **magnitud** es aquella propiedad de la materia que puede ser medida y además le podemos asignar una unidad
- Son magnitudes físicas : la longitud , la masa, el tiempo y pueden derivar de estas otras magnitudes como son :la superficie, el volumen y la densidad
- Medir una magnitud física es compararla con otra de su misma especie que se toma como patrón. Por ejemplo: para medir la longitud de una puerta lo comparamos con la unidad patrón, el metro.

La medida

- La **medida** siempre irá acompañada de la unidad utilizada.
- Para medir cada magnitud hay que establecer una unidad fundamental, y a partir de esta , derivan múltiplos y submúltiplos de la unidad patrón.
- Po ejemplo: la magnitud masa puede medirse en kilogramos , gramos o miligramos mientras que la magnitud volumen se puede medir en m^3 , dm^3 , cm^3 ,...y la magnitud capacidad puede medirse en litros, decilitros, mililitros...



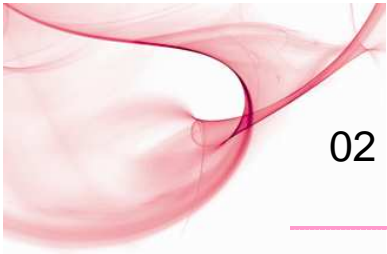
2. La unidad

La **unidad** es una cantidad perfectamente definida que se toma para compararla con otras cantidades de la misma magnitud.

La **unidad**, para serlo, debe cumplir una serie de condiciones:

- Ser constante e inalterable, que no cambie con el paso del tiempo ni en función de quien realice la medida.
- Ser sencilla, práctica y fácil de reproducir en todo momento.
- Ser universal, es decir, que se utilice la misma unidad en todos los países.

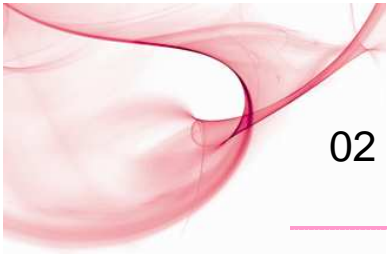
El metro se define como la unidad fundamental de la magnitud *longitud*, y el resto de unidades de *superficie*, *volumen*, *capacidad* y *masa* se relacionan con él.



- **3. Sistema Internacional de Magnitudes (SI)**
- A lo largo de la historia se han utilizado diferentes unidades para medir una misma magnitud, con el fin de evitar tal dispersión, se estableció el ***Sistema Internacional de Unidades(SI)***.

Magnitud	Unidad	Símbolo	Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud (<i>l</i>)	metro	m	Intensidad de corriente	amperio	A
Masa (<i>m</i>)	kilogramo	kg	Temperatura	kelvin	K
Tiempo (<i>t</i>)	segundo	s	Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol			

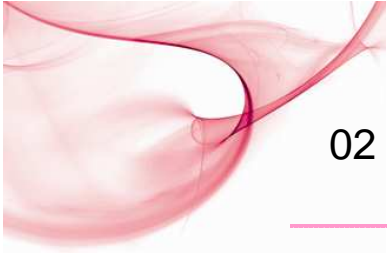
Magnitudes y unidades fundamentales del Sistema Internacional.



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

- Se llaman **magnitudes derivadas** a aquellas que resultan por combinación de las magnitudes fundamentales, como por ejemplo: superficie, volumen y densidad.

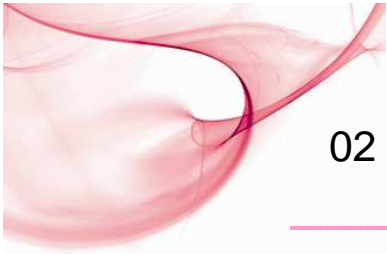
Algunas magnitudes derivadas de las fundamentales			
Magnitud	Fórmula	Nombre	Símbolo
Superficie	$S = l^2$	metro cuadrado	m^2
Volumen	$V = l^3$	metro cúbico	m^3
Densidad	$D = \text{masa} / V$	kg/metro cúbico	kg/m^3



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

- Cuando se estableció el sistema métrico decimal, se definió el litro como la capacidad de un cubo de 1 dm³ de volumen.
- Por tanto , la equivalencia fundamental entre las unidades de capacidad y de volumen es:

$$1L = 1 \text{ dm}^3$$

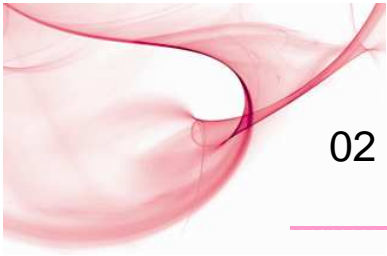


4. El sistema de unidades

Un sistema de unidades es un conjunto de **unidades de medida fundamentales** y **unidades derivadas de las anteriores**.

Prefijo	Símbolo	Factor de equivalencia	Prefijo	Símbolo	Factor de equivalencia
exa-	E	10^{18}	deci-	d	10^{-1}
peta-	P	10^{15}	centi-	c	10^{-2}
tera-	T	10^{12}	mili-	m	10^{-3}
giga-	G	10^9	micro-	μ	10^{-6}
mega-	M	10^6	nano-	n	10^{-9}
kilo-	k	10^3	pico-	p	10^{-12}
hecto-	h	10^2	femto-	f	10^{-15}
deca-	da	10	atto-	a	10^{-18}

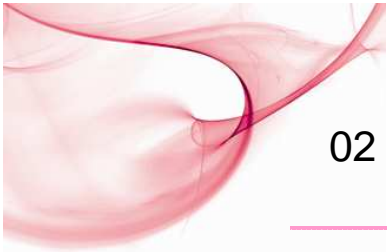
Múltiplos y submúltiplos con respecto a la unidad o patrón de medida.



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

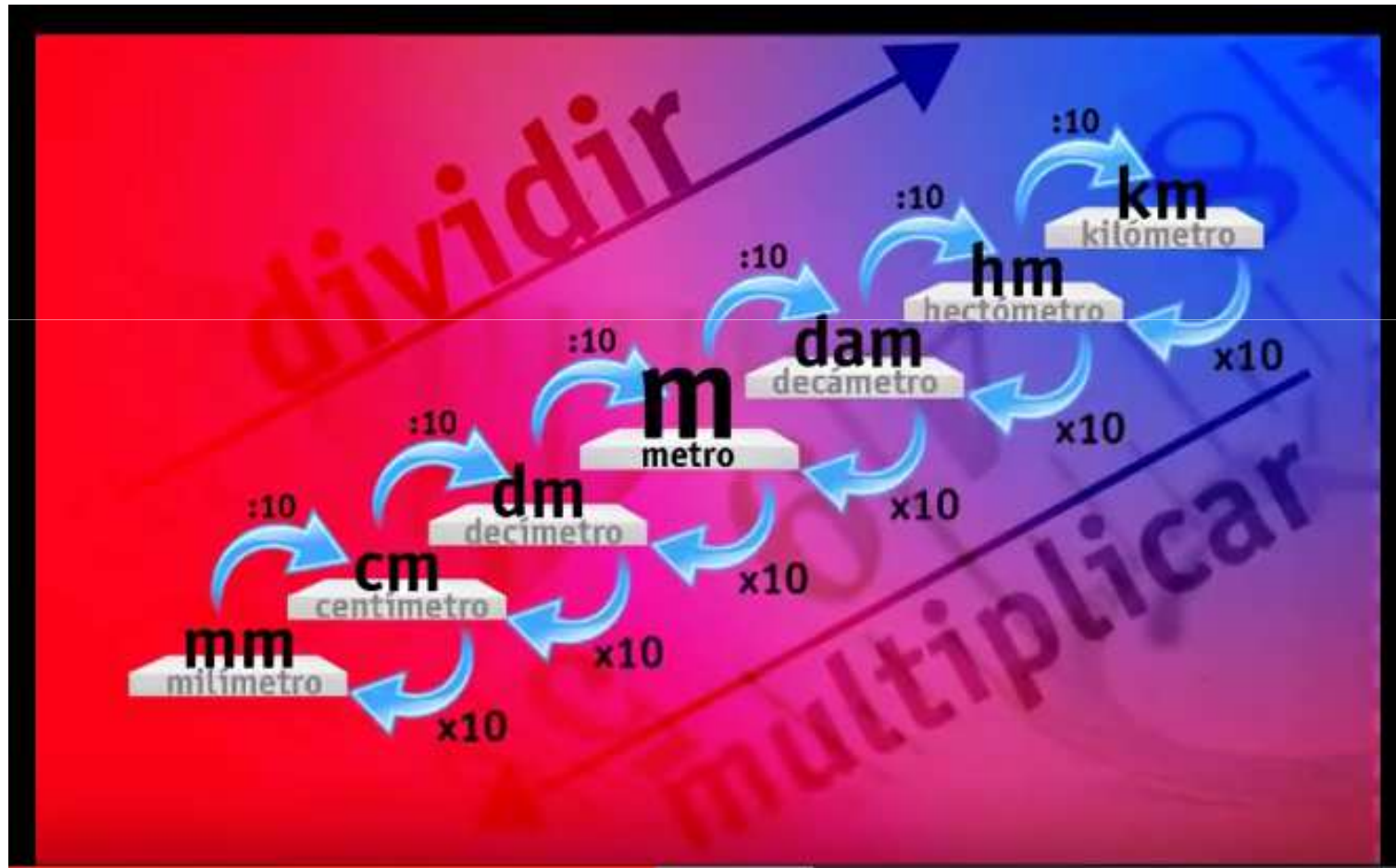
Longitud	Superficie	Volumen	Capacidad	Masa
km = 10^3 m	km ² = 10^6 m ²	km ³ = 10^9 m ³	kL = 10^3 L	kg
hm = 10^2 m	hm ² = 10^4 m ²	hm ³ = 10^6 m ³	hL = 10^2 L	hg = 10^2 g = 10^{-1} kg
dam = 10 m	dam ² = 10^2 m ²	dam ³ = 10^3 m ³	daL = 10 L	dag = 10 g = 10^{-2} kg
m	m ²	m ³	L	g
dm = 10^{-1} m = 0,1 m	dm ² = 10^{-2} m ²	dm ³ = 10^{-3} m ³	dL = 10^{-1} L	dg = 10^{-1} g = 10^{-4} kg
cm = 10^{-2} m = 0,01 m	cm ² = 10^{-4} m ²	cm ³ = 10^{-6} m ³	cl = 10^{-2} L	cg = 10^{-2} g = 10^{-5} kg
mm = 10^{-3} m = 0,001 m	mm ² = 10^{-6} m ²	mm ³ = 10^{-9} m ³	mL = 10^{-3} L	mg = 10^{-3} g = 10^{-6} kg

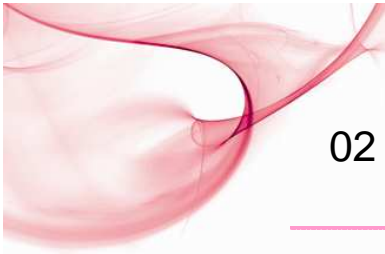
Tabla 2.1. Unidades del sistema métrico decimal, con sus múltiplos y submúltiplos.



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

¿Cómo cambiamos de unidad?



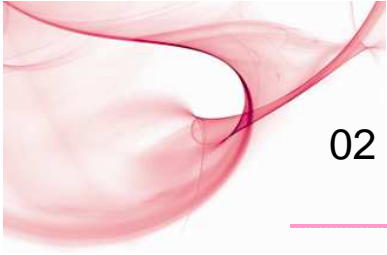


02 La medida: magnitudes, unidades y errores

Potencias de diez:

$10^0 = 1$	$10^{-1} = 0,1 (1/10)$
$10^1 = 10$	$10^{-2} = 0,01 (1/100)$
$10^2 = 100$	$10^{-3} = 0,001 (1/1000)$
$10^3 = 1000$	

- **Producto de potencias de la misma base:** se pone la misma base y se suman los exponentes.
- **Cociente de potencias de la misma base:** se pone la misma base y se restan los exponentes.



5. Expresión de la medida

5.1. Cifras significativas

Las cifras significativas son todos los dígitos con valor numérico. Para saber cuáles son las cifras significativas, consideramos las siguientes reglas:

- Son significativas todas las cifras distintas de cero (con excepciones para el cero)..
- Los ceros entre cifras que no sean cero también son significativos. Ejemplo: 103.
- Los ceros a la izquierda de la primera cifra con valor numérico no son significativos. Ejemplo: 0,0686. Este número tiene tres cifras significativas.
- Los ceros a la derecha no son significativos. Ejemplo: 100 tiene una cifra significativa.



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

Ejemplo

16 g o 0,016 kg → 2 cifras significativas. Es la misma medida y, por tanto, tiene el mismo número de cifras significativas, independientemente de la unidad de medida. Los ceros que aparecen como primeras cifras de una medida no se consideran significativos, únicamente sirven para determinar la posición del punto decimal.

5,300 m → 4 cifras significativas. Los ceros en las últimas cifras de una medida indican la precisión de la medida. En este caso, una precisión de milímetros.

5. Expresión de la medida

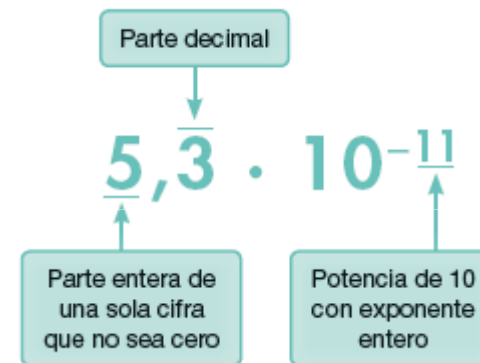
5.2. Notación científica

Para eliminar cifras que no son significativas, a menudo se aconseja escribir el resultado en *notación científica*.

La expresión de la medida con números en notación científica es muy útil al trabajar con números muy grandes o muy pequeños.

Un número expresado en notación científica consta de:

- Una parte entera de una sola cifra (unidades), que no sea el cero.
- Una parte decimal.
- Una potencia de 10 con exponente entero (n).



Número expresado en notación científica.

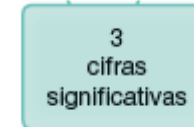
5. Expresión de la medida

5.3. Redondeo

El redondeo se realiza cuando tenemos un número con muchos decimales y queremos dejar menos. Para eliminar las cifras de la derecha, se siguen los siguientes criterios:

- Si la cifra siguiente a la que hay que mantener es igual o mayor de 5, se suprime esa cifra y todas las siguientes y se aumenta en una unidad la cifra mantenida.
- Si la cifra siguiente a la que hay que mantener es menor que 5, se suprime esa cifra y las siguientes.

$$0,00827 = 8,27 \cdot 10^{-3}$$



3
cifras
significativas

Ejemplo de número decimal expresado con tres cifras significativas y en notación científica.

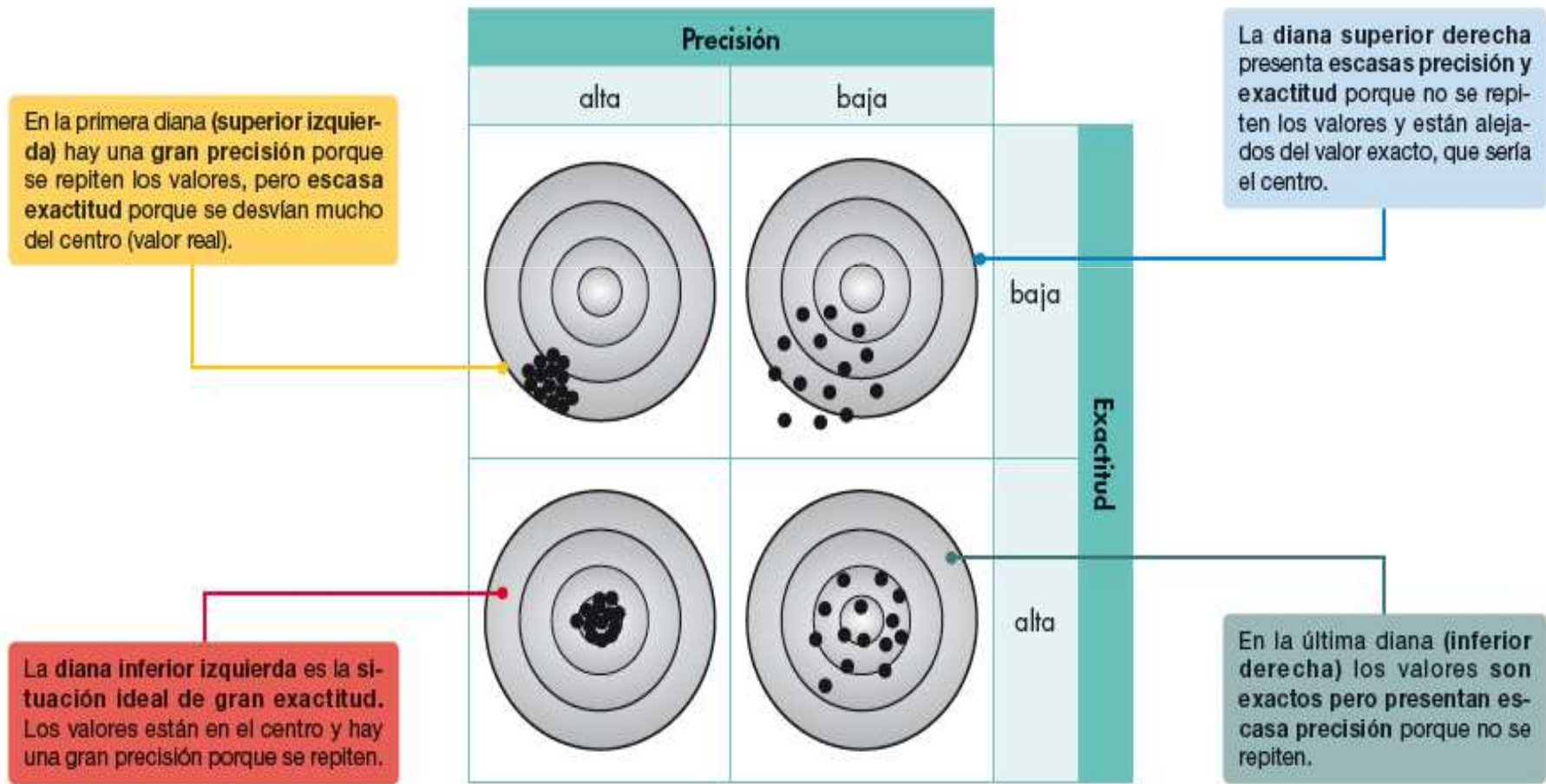
6. Los conceptos de exactitud y precisión

- La **exactitud** es el **grado de concordancia** entre el valor medido y el valor real. Cuanto más se aproxime el valor medido al valor real, más exacta será la medición.
- La **precisión** es la capacidad de **reproducir o repetir el valor de una medida**.

A mayor número de cifras significativas, la medida será más precisa y minimizaremos el margen de error.

Una medición es más exacta cuanto más pequeño es el error de la medición; la precisión se utiliza para definir la repetibilidad de medida.

6. Los conceptos de exactitud y precisión



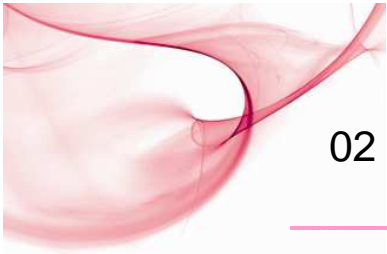
7. Errores de las medidas

Todas las medidas tienen un margen de error o incertidumbre, ya que la medida perfecta no existe. Este margen de error acota entre qué valores debe estar el valor exacto.

7.1. Error absoluto

El error absoluto (E_a) es la diferencia que existe entre el valor exacto (V_e) y el valor aproximado o medido (V_a)

$$E_a = V_e - V_a$$



02 La medida: magnitudes, unidades y errores

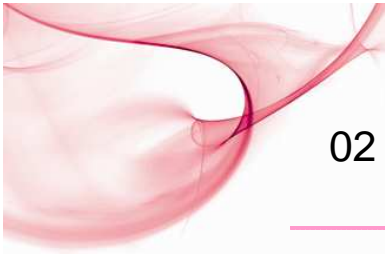
- El error relativo (E_r) es el cociente que resulta de dividir el error absoluto (E_a) entre el valor exacto (V_e) y si este no se conoce se calcula la media aritmética de los valores aproximados (X_{Va})

$$E_r = E_a/V_e \text{ ó } E_r = E_a/X_{Va}$$

Dos medidas distintas, un peso de 1 g y un peso de 1 kg, presentan el mismo error absoluto: 0,1 g.

El primer peso no sería una buena medida porque $0,1 \text{ g} / 1 \text{ g} \cdot 100$ tiene un error relativo del 10 %; el segundo caso sí sería una buena medida porque, al dividir 0,1 g entre 1 000 g (1 kg) y multiplicar por 100, obtenemos un error relativo del 0,01 %.

La **media aritmética** (x_m) es la suma de todos los valores divididos entre el número de valores.

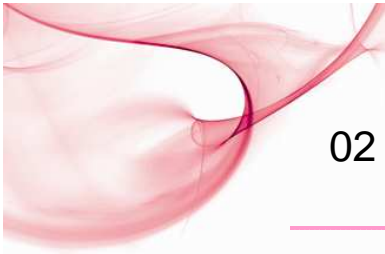


7. Errores de las medidas

7.3. Causas de error

Origen	Errores del operador, de los aparatos utilizados, del proceso o método empleado o incluso variación de las condiciones ambientales (temperatura, presión, humedad), que pueden incidir en los resultados.		
Carácter	Errores sistemáticos	Cuándo se producen	Cuando, al realizar varias medidas, existe poca variación entre ellas, pero se desvían todas del valor exacto. Son medidas precisas porque repiten un valor, pero inexactas porque este valor se desvía del valor exacto.
		Causas	Defectos de los reactivos, de los materiales, aparatos mal calibrados o tendencias erróneas del operador (Fig 2.6). Un ejemplo es el error de paralaje (Fig. 2.7). Si el error se comete al mirar por encima o por debajo de la línea de enrase, el error será, respectivamente, por exceso o por defecto.
	Errores accidentales o aleatorios	Cuándo se producen	Se presentan al azar y se detectan fácilmente porque varian mucho con respecto al resto de resultados , pero no se pueden corregir debido a que aparecen de improviso y requieren un análisis estadístico para su resolución. Si en una serie de medidas hay pocos resultados y uno de ellos se aleja mucho del resto, es que se ha cometido un error aleatorio, de manera que este no debe entrar para calcular la media aritmética, porque entonces la desviaría para calcular el valor exacto.
		Causas	Equivocación de muestra, contaminación de la muestra, empleo de un reactivo incorrecto o errores del operador en un determinado momento. El laboratorio necesita unos sistemas de control de calidad para asegurar la fiabilidad y exactitud de los resultados. En estos controles se determinan las causas de alteración de resultados y los procedimientos para detectarlos, eliminarlos o reducirlos.

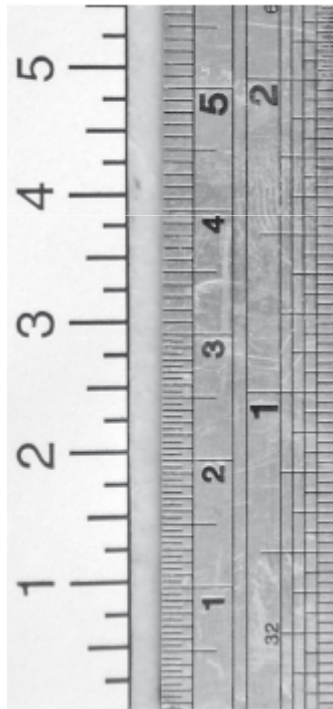
Clasificación de los errores.



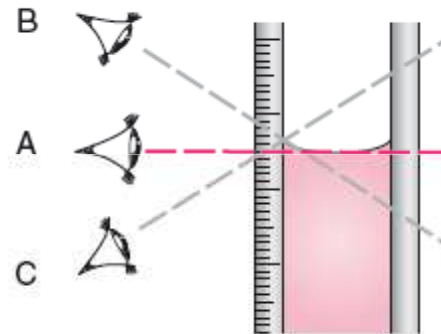
02 La medida: magnitudes, unidades y errores

7. Errores de las medidas

7.3. Causas de error



La regla de la izquierda está defectuosa; las mediciones que se realicen con ella producirán errores sistemáticos.



Error de paralaje: la lectura correcta es desde A. En el material volumétrico (probetas, pipetas, etc.), este error se produce cuando el observador no enrasa bien el menisco debido a una mala posición del ojo con respecto a la línea de enrase.