

# Física y Química

Ciencias de la Naturaleza

**3** ESO



**edebé**

# 1

## La medida. El método científico

### CONTENIDOS

1. Fenómenos físicos y químicos
2. Las magnitudes físicas y su medida
  - 2.1. Sistema Internacional de unidades
  - 2.2. Transformación de unidades
  - 2.3. Notación científica
3. Carácter aproximado de la medida
  - 3.1. Errores experimentales
  - 3.2. Cifras significativas
4. El método científico: sus etapas
  - 4.1. Observación
  - 4.2. Formulación de hipótesis
  - 4.3. Experimentación
  - 4.4. Extracción de conclusiones
  - 4.5. Comunicación de resultados
5. El trabajo en el laboratorio
  - 5.1. La seguridad en el laboratorio





## COMPETENCIAS BÁSICAS

### Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

- Adoptar el hábito de asignar a cada magnitud física su unidad correspondiente y reconocer el carácter aproximado de la medida.
- Utilizar, en situaciones cotidianas, las estrategias propias del trabajo científico, como el planteamiento de problemas, la formulación y comprobación experimental de hipótesis y la interpretación de los resultados.
- Conocer las normas de seguridad en el laboratorio y los símbolos de peligro de los productos químicos y utilizar correctamente el material de laboratorio.

### Competencia en comunicación lingüística

- Expresar e interpretar mensajes utilizando el lenguaje científico con propiedad.

### Tratamiento de la información y competencia digital

- Valorar el uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la divulgación de información científica.

## PREPARACIÓN DE LA UNIDAD

- Cita las distintas ciencias de la naturaleza que conozcas y explica de qué se ocupa cada una.
- Relaciona cada magnitud física con su unidad correspondiente en el SI.

longitud	kilogramo
tiempo	metro/segundo
velocidad	julio
masa	segundo
energía	metro

- Pon cinco ejemplos de magnitudes físicas de uso frecuente en la vida cotidiana.
- Explica cuáles son, a tu juicio, las cualidades que un buen científico debería poseer.
- ¿Qué báscula crees que tiene una mayor sensibilidad: la de un laboratorio farmacéutico o la de una tienda de alimentación? Razona tu respuesta.
- Menciona algunos instrumentos o materiales que se encuentren en un laboratorio de prácticas y explica su utilidad.

El trabajo de los científicos se desarrolla habitualmente en el laboratorio. Allí investigan y experimentan con el fin de comprobar sus hipótesis.

Los envases de algunos productos químicos que pueden encontrarse tanto en el laboratorio como en casa llevan un símbolo de peligro en la etiqueta. Busca estos productos: desatascador, amoníaco y alcohol. Sin abrir el envase, analiza la etiqueta y di qué precauciones debes tener en su uso.

# 1. Fenómenos físicos y químicos

Las ciencias que estudian la naturaleza son consecuencia de nuestra voluntad de conocer. El ser humano siempre ha sentido curiosidad por la naturaleza que le rodea, ha observado los cambios que experimentan los cuerpos y se ha preguntado cómo ocurren estos cambios y por qué.

Si observamos a nuestro alrededor, podemos apreciar multitud de **fenómenos**, es decir, cambios que se producen en los cuerpos materiales. Fíjate en los siguientes:



Al aplicarle una fuente de calor de forma constante, el agua hierve y se transforma en vapor de agua.



El azúcar se disuelve fácilmente en agua. Puede apreciarse que la disolución tiene sabor dulce.



El carbón se quema y se transforma en cenizas. Durante el proceso, se desprende humo.



El hierro, colocado a la intemperie, se oxida y pierde sus propiedades iniciales.

En estos procesos las sustancias no se transforman en otras distintas de las iniciales. Se trata de **fenómenos físicos**.

Este tipo de fenómenos es objeto de estudio de la *física*.

La **física** es la ciencia que estudia los **fenómenos físicos**, es decir, aquellos cambios en los cuerpos materiales por los que las sustancias no se transforman en otras nuevas.

En estos procesos, una o varias sustancias se transforman en otra u otras distintas de las iniciales. Se trata de **fenómenos químicos**.

La ciencia que se encarga de estudiarlos es la *química*.

La **química** es la ciencia que estudia los **fenómenos químicos**, es decir, las transformaciones que pueden experimentar las sustancias, así como su composición, estructura y propiedades.

En las siguientes páginas de este libro trataremos de explicarte muchos de los procesos, físicos y químicos, que tienen lugar en la naturaleza.

1. Razona si los procesos siguientes son físicos o químicos.
  - a) En la fermentación el azúcar se transforma en alcohol y dióxido de carbono.
  - b) El agua de una cubitera colocada en el congelador se transforma en cubitos de hielo.
  - c) Los gases clorofluorocarbonados (CFC) destruyen la capa de ozono del planeta.
  - d) Al golpear una campanilla se genera un sonido.

## 2. Las magnitudes físicas y su medida

A la hora de elegir un automóvil solemos fijarnos en varias características o propiedades: belleza, color, elegancia, utilidad, longitud, altura, masa, potencia, velocidad máxima... Algunas de éstas tienen la virtud de que se pueden medir, es decir, podemos asignarles un valor numérico en cierta escala. Decimos que son *magnitudes físicas*.



Una **magnitud física** es toda propiedad de los cuerpos que puede ser medida.

Para medir una magnitud física comparamos su valor con una referencia que llamamos **unidad de medida**. Por ejemplo, si el automóvil tiene una longitud de 4,05 m, significa que tiene una longitud 4,05 veces mayor que la unidad de longitud empleada, el metro.

### 2.1. Sistema Internacional de unidades

Para resolver el problema que suponía la utilización de unidades diferentes en distintos lugares del mundo, en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas (París, 1960) se estableció el Sistema Internacional de unidades (SI). Para ello se obró de la siguiente manera:

— En primer lugar, se eligió un grupo de **magnitudes básicas** y la unidad correspondiente a cada una de ellas. Estas magnitudes se definen por sí mismas y son independientes de las demás.

Ejemplos: longitud, tiempo.

— A partir de éstas, mediante expresiones matemáticas, se definieron las **magnitudes derivadas** y su unidad correspondiente.

Ejemplos: superficie, velocidad.

En el cuadro siguiente puedes ver las magnitudes básicas del Sistema Internacional, su unidad y el símbolo que se utiliza para representarla.

Magnitud básica	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

Las abreviaturas de los símbolos de las distintas magnitudes, tanto básicas como derivadas, se escriben siempre en singular y en minúscula, excepto las que hacen referencia a una persona, como K (kelvin), Pa (pascal) o W (vatio).

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE LAS UNIDADES DEL SI		
Prefijo	Símbolo	Potencia
yotta	Y	$10^{24}$
exa	E	$10^{18}$
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
kilo	k	$10^3$
hecto	h	$10^2$
deca	da	$10^1$
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
mili	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$
atto	a	$10^{-18}$
yocto	y	$10^{-24}$

Los prefijos designan la potencia de diez por la que se multiplica la unidad.

## 2.2. Transformación de unidades

Hay veces en que no se utiliza la unidad que establece el SI, por ser la magnitud que se desea medir muy grande o muy pequeña, o porque en la zona se utilizan unidades tradicionales diferentes a las del SI.

En estos casos debemos transformar unas unidades en otras mediante *factores de conversión*.

Un **factor de conversión** es una fracción igual a uno que expresa la equivalencia entre dos unidades.

$$1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m} \Rightarrow \frac{1 \text{ km}}{1\,000 \text{ m}} = 1$$

factor de conversión

Al multiplicar la medida inicial por el factor de conversión, su valor no se modifica, puesto que multiplicamos por uno. Sin embargo, la unidad inicial desaparece y en su lugar aparece la nueva.

$$36\,500 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1\,000 \text{ m}} = 36,5 \text{ km}$$

### EJEMPLO 1

Efectúa los cambios de unidades propuestos.

a) Expresa en metros 1245 cm.

b) Expresa en vatios una potencia de 124 CV (1 CV = 735,5 W).

$$\text{a) } 1\,245 \text{ cm} = 1\,245 \cancel{\text{ cm}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{ cm}}} = 12,45 \text{ m}$$

$$\text{b) } 124 \text{ CV} = 124 \cancel{\text{ CV}} \cdot \frac{735,5 \text{ W}}{1 \cancel{\text{ CV}}} = 91\,202 \text{ W}$$

c) ¿Cuántos años son 20 148 horas? (1 año = 365 días)

d) ¿A cuántos metros por segundo equivale la velocidad de 135 km/h?

$$\text{c) } 20\,148 \text{ h} = 20\,148 \cancel{\text{ h}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ d}}}{24 \cancel{\text{ h}}} \cdot \frac{1 \text{ a}}{365 \cancel{\text{ d}}} = 2,3 \text{ a}$$

$$\text{d) } 135 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 135 \frac{\cancel{\text{ km}}}{\cancel{\text{ h}}} \cdot \frac{1\,000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{ km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{ h}}}{3\,600 \text{ s}} = 37,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## 2.3. Notación científica

En muchas ocasiones las medidas tienen un número elevado de cifras (enteras o decimales). Para operar fácilmente con estos valores, o para visualizar claramente el número de decimales, es aconsejable expresar las cantidades en *notación científica*.

La **notación científica** consiste en escribir cada valor mediante una parte entera de una sola cifra no nula, una parte decimal y una potencia de diez de exponente entero.

Observa estos ejemplos.

	Valor de la masa	Notación científica
La Tierra	5 980 000 000 000 000 000 000 kg	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Un petrolero con carga	100 000 000 kg	$1 \cdot 10^8 \text{ kg}$
Una ballena	100 000 kg	$1 \cdot 10^5 \text{ kg}$
Un guisante	0,001 kg	$1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
Una mota de polvo	0,000 000 001 kg	$1 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$
Un átomo de hidrógeno	0,000 000 000 000 000 000 000 001 67 kg	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

## EJEMPLO 2

Expresa en notación científica las cantidades siguientes.

773,3448

0,002 98

0,000 0009

4 576 320

0,000 0019

74 000 000

— Reescribimos las cantidades desplazando la coma decimal a la derecha o la izquierda, de modo que la parte entera se reduzca a una sola cifra no nula.

$$773,3448 \rightarrow 7,733\ 448$$

$$0,002\ 98 \rightarrow 0002,98$$

— Contamos el número de espacios que hemos desplazado la coma.

$$7\ 7\ 3,3\ 4\ 4\ 8 \rightarrow 7,7\ 3\ 3\ 4\ 4\ 8$$

dos espacios

$$0,0\ 0\ 2\ 9\ 8 \rightarrow 0\ 0\ 0\ 2,9\ 8$$

tres espacios

— Multiplicamos el número decimal por la potencia de diez correspondiente.

Si hemos desplazado la coma hacia la izquierda, la potencia es positiva; si la hemos desplazado hacia la derecha, la potencia es negativa.

$$773,3448 = 7,733\ 448 \cdot 10^2$$

$$0,002\ 98 = 2,98 \cdot 10^{-3}$$

— Hacemos lo mismo con las otras cantidades.

$$0,0000009 \rightarrow 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 9 \rightarrow 9 \cdot 10^{-7}$$

siete espacios

$$4\ 5\ 7\ 6\ 3\ 2\ 0 \rightarrow 4,5\ 7\ 6\ 3\ 2\ 0 \rightarrow 4,576\ 32 \cdot 10^6$$

seis espacios

$$0,0000019 \rightarrow 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1,9 \rightarrow 1,9 \cdot 10^{-6}$$

seis espacios

$$7\ 4\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \rightarrow 7,4\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \rightarrow 7,4 \cdot 10^7$$

siete espacios

## EJEMPLO 3

En un laboratorio se pesan 8 mg de un ácido y se disuelven en 5 cL de agua dentro de un matraz. (Densidad del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>)

a) Expresa la masa de ambas sustancias en unidades del SI.

b) Calcula el tanto por ciento en masa de soluto. (Recuerda: % en masa =  $\frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{disolución}}} \cdot 100$  )

Datos:  $m_{\text{solute}} = 8\ \text{mg}$        $V_{\text{agua}} = 5\ \text{cL}$        $d_{\text{agua}} = 1000\ \text{kg/m}^3 = 1\ \text{kg/L}$

a) Expresamos la masa de soluto en unidades del SI.

$$m_{\text{solute}} = 8\ \cancel{\text{mg}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{g}}}{1000\ \cancel{\text{mg}}} \cdot \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \cancel{\text{g}}} = 0,000\ 008\ \text{kg} = 8 \cdot 10^{-6}\ \text{kg}$$

Calculamos la masa de agua.

$$m_{\text{agua}} = 5\ \cancel{\text{cL}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{L}}}{100\ \cancel{\text{cL}}} \cdot \frac{1\ \text{kg}}{1\ \cancel{\text{L}}} = 0,05\ \text{kg} = 5 \cdot 10^{-2}\ \text{kg}$$

b) Calculamos el tanto por ciento en masa de soluto.

$$\% \text{ en masa} = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{agua}}} \cdot 100 =$$

$$= \frac{8 \cdot 10^{-6}\ \text{kg}}{5 \cdot 10^{-2}\ \text{kg}} \cdot 10^2 = \frac{8}{5} \cdot 10^{-6-(-2)+2} = 1,6 \cdot 10^{-2}$$

El tanto por ciento en masa de soluto es 0,016 %.

2. Di cuál es la unidad de las siguientes magnitudes físicas en el SI.

superficie - volumen - densidad - fuerza  
presión - velocidad - aceleración

3. Efectúa las siguientes transformaciones.

- a) 454,6 cm a m                      d) 7 días a s  
b) 25 500 g a kg                      e) 3 824,6 W a CV  
c) 0,36 m<sup>3</sup> a dm<sup>3</sup>                      f) 50,4 km/h a m/s

4. Expresa en notación científica.

- a) 6 980 410                              d) 0,079  
b) 400 000 000                          e) 0,000 02  
c) 7 835 136 843 548                      f) 0,000 000 542

5. Un volumen de 20 cL de mercurio tiene una masa de 2720 g. Expresa ambas cantidades en unidades del SI y calcula la densidad del mercurio.

Sol.:  $2 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^3$ ; 2,72 kg;  $1,36 \cdot 10^4\ \text{kg/m}^3$

# 3. Carácter aproximado de la medida

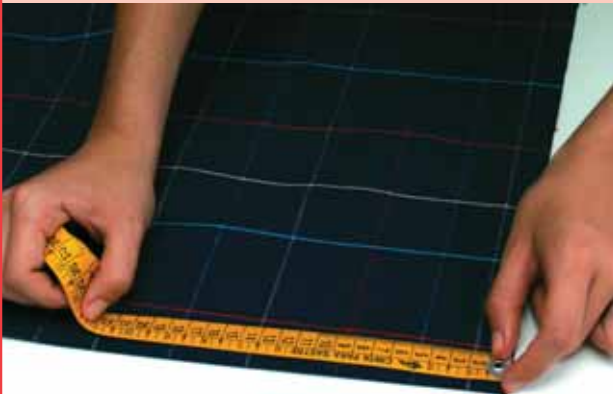
Al realizar cualquier medida de una magnitud física siempre se comete cierto error, ya sea por accidente, por uso inapropiado del instrumento de medida o por las limitaciones propias de éste.

Por eso, para conocer la validez de una medida es necesario determinar tanto el *error experimental* como el valor de las *cifras significativas*.

## 3.1. Errores experimentales

Distinguimos varias clases de errores según la causa que los provoca.

### Error de resolución



Los instrumentos de medida no ofrecen unos resultados exactos. Por muy bien que se efectúe la medida, siempre tienen una limitación inherente que provoca un error.

Por ejemplo, si para medir una longitud utilizamos una cinta métrica cuyas divisiones llegan hasta la mitad de un centímetro, tendremos una imprecisión en la medida del orden de 0,5 cm.

### Error accidental o aleatorio



Se comete por accidente o casualidad.

Por ejemplo, al medir una masa mediante una balanza de platillos pueden producirse errores debidos a una corriente de aire o a variaciones de las condiciones ambientales (presión y temperatura).

Estos errores ocasionan unas veces desviaciones por exceso y otras por defecto. Además, son inevitables.

### Error sistemático



Se debe a un error en el aparato de medida o a un uso inapropiado de él.

Por ejemplo, un error que se comete a menudo es el *error de cero* o *error de calibrado*, que consiste en empezar a medir sin ajustar correctamente el cero del instrumento de medida.

Otro error típico es el *error de paralaje*, que se comete, por ejemplo, al medir el nivel de un líquido sin estar la visual paralela a la superficie de éste.

Estos errores son siempre por exceso, o bien, siempre por defecto. Una vez detectados pueden evitarse.



En el cálculo del error debemos distinguir el *error absoluto* del *error relativo*.

### Error absoluto

Es la diferencia, en valor absoluto, entre el valor obtenido en la medición y el valor verdadero o exacto de la medida. Se expresa en las mismas unidades que la magnitud medida.

$$E_a = |a - x|$$

$E_a$  = error absoluto  
 $a$  = valor obtenido en la medición  
 $x$  = valor verdadero o exacto

### Error relativo

Es el cociente entre el error absoluto y el valor verdadero o exacto de la medida. No tiene dimensiones y expresa el error que se comete por cada unidad de la magnitud medida.

$$E_r = \frac{E_a}{x} = \frac{|a - x|}{x}$$

$E_r$  = error relativo  
 $E_a$  = error absoluto  
 $a$  = valor obtenido en la medición  
 $x$  = valor verdadero o exacto

#### EJEMPLO 4

Al pesar 20,25 g (valor verdadero o exacto) de una sustancia obtenemos un valor de 20,21 g. Calcula el error absoluto cometido.

— Datos:  $a = 20,21$  g     $x = 20,25$  g  
 $E_a = |20,21 \text{ g} - 20,25 \text{ g}| = 0,04$  g

El error absoluto es de 0,04 g.

#### EJEMPLO 5

Calcula el error relativo cometido en la anterior medida.

— Datos:  $E_a = 0,04$  g     $x = 20,25$  g  
 $E_r = \frac{0,04 \text{ g}}{20,25 \text{ g}} = 0,002 \overset{\cdot 100}{=} 0,2 \%$

El error relativo es de 0,002 o del 0,2 por ciento.

La bondad o calidad de una medida no viene dada por el error absoluto, sino por el error relativo. Una medida es tanto mejor cuanto menor es su error relativo. Para entenderlo, observa este ejemplo:

El experimentador A comete un error absoluto de 1 m en una medida de 10 m. Su error relativo es de 0,1 (una décima por cada unidad medida), bastante grande. Por el contrario, el experimentador B comete un error de 10 m en una medida de 1 km. Su error relativo es de 0,01 (una centésima por cada unidad medida), más pequeño. Por tanto, la medida del segundo experimentador es mejor, aunque su error absoluto sea mayor.

### FÍJATE

La **exactitud** de una medida es el grado de aproximación entre el valor obtenido y su valor exacto.

Una medida es tanto más exacta cuanto menor es su error relativo.

## Resolución y precisión

La primera limitación en la exactitud de una medida está en el propio instrumento que se utiliza para medir. Los instrumentos de medida tienen dos propiedades importantes: la *resolución* y la *precisión*.

La **resolución** o **sensibilidad** de un instrumento es la mínima variación de la magnitud medida que detecta el aparato.

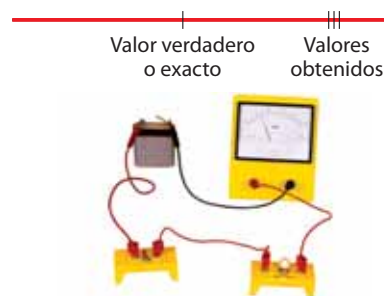
Así, si una balanza detecta variaciones de 0,1 g, pero no menores, su resolución es de 0,1 g.

La **precisión** de un instrumento es el grado de aproximación entre una serie de medidas de la misma magnitud obtenidas de igual manera. Cuanto menor es la dispersión de los valores obtenidos mayor es la precisión.

Por ejemplo, con un amperímetro se realizan varias medidas de la intensidad de corriente que circula por un circuito, obteniéndose estos valores:

$I$  (mA) 2,5 2,4 2,5 2,5 2,4 2,5 2,5 2,4

El amperímetro es muy preciso, pues todos los valores están situados en el intervalo (2,4 - 2,5) mA. Esto no quiere decir que el instrumento sea exacto, pues el valor verdadero de la magnitud podría estar fuera de este intervalo debido a un error sistemático.



Instrumento preciso pero no exacto.

## FÍJATE

Si la parte entera de una cantidad es cero, este cero y los ceros situados a continuación de la coma decimal no se consideran cifras significativas.

$$\underbrace{2,403}_{\text{cuatro cifras significativas}} \text{ m} = 0,00 \underbrace{2403}_{\text{cuatro cifras significativas}} \text{ km}$$

Para evitar la confusión que suponen los ceros, es conveniente utilizar la notación científica. En esta notación, todas las cifras significativas aparecen antes de la potencia de diez.

$$\underbrace{1,141}_{\text{cuatro cifras significativas}} \cdot 10^{-3} \quad \underbrace{4,72}_{\text{tres cifras significativas}} \cdot 10^3$$

## FÍJATE

En la expresión de una medida, el valor numérico obtenido y el error correspondiente deben estar expresados en las mismas unidades. Además, el orden de la última cifra decimal debe ser igual en ambos. En ningún caso daremos el resultado con más cifras de las que aprecia el instrumento de medida, pues no son significativas.

Ejemplos:

$$(2,403 \pm 0,001) \text{ m}$$

$$\rightarrow a = 2,403 \text{ m}; E_a = 0,001 \text{ m}$$

$$(9,81 \pm 0,01) \text{ s}$$

$$\rightarrow a = 9,81 \text{ s}; E_a = 0,01 \text{ s}$$

## 3.2. Cifras significativas

Como sabes, toda medida presenta cierto error. Por ello, deben expresarse con un número limitado de cifras, que llamamos *cifras significativas*.

Las **cifras significativas** de una medida son todas las que se conocen con certeza, más una dudosa; es decir, que tiene un margen de error.

Por ejemplo, la medida de una longitud con una cinta métrica que aprecia hasta los milímetros da como resultado 2,403 m. En este caso las cifras significativas son cuatro. De éstas, el 2, el 4 y el 0 se conocen con certeza y el 3 es dudoso.



### Expresión de una medida experimental

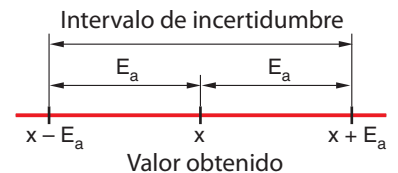
Puesto que no conocemos el valor exacto, expresaremos el resultado de una medida mediante un intervalo en el que tenemos la certeza de que se halla dicho valor exacto.

Este intervalo queda determinado por el **valor numérico** obtenido, con todas sus cifras significativas, y el **error absoluto** correspondiente, que supondremos igual a la resolución del instrumento de medida.

Así, una medida experimental se expresa de esta manera:

$$\underbrace{(2,403)}_{\text{valor numérico obtenido}} \pm \underbrace{0,001}_{\text{error absoluto}} \text{ m}$$

Esto significa que el valor exacto está situado dentro del *intervalo de incertidumbre* que va de 2,402 m a 2,404 m.



- Di qué clases de errores se dan según la causa que los provoca. Explica en qué consisten y pon un ejemplo de cada uno.
- Una báscula señala 67,2 kg como masa de una persona cuya masa verdadera es de 67,85 kg. Calcula el error absoluto y el error relativo de la medida.

Sol.: 0,65 kg;  $9,58 \cdot 10^{-3}$

- Explica qué diferencia hay entre resolución y precisión de un instrumento. Si decimos que un aparato es muy preciso, ¿significa eso que sea exacto?

- Señala las cifras significativas de las siguientes cantidades.  
a) 4,19                      c) 29,5750                      e) 0,000 112  
b)  $5,610 \cdot 10^2$                       d)  $8,9700 \cdot 10^3$                       f)  $4,3 \cdot 10^4$

- Con un cronómetro cuya resolución es de 0,01 s se realizan las siguientes medidas: 9,79 s, 10 s, 14,5 s. Expresa las medidas con todas sus cifras significativas y con su error correspondiente.

Sol.:  $(9,79 \pm 0,01) \text{ s}$ ;  $(10,00 \pm 0,01) \text{ s}$ ;  $(14,50 \pm 0,01) \text{ s}$

## 4. El método científico: sus etapas

Los conocimientos que la humanidad posee actualmente sobre las diversas ciencias de la naturaleza se deben sobre todo al trabajo de investigación de los científicos. El procedimiento que éstos emplean en su trabajo es lo que llamamos el **método científico**.

Aunque el método científico no es un procedimiento rígido, podemos distinguir en él las siguientes fases: *observación*, *formulación de hipótesis*, *experimentación*, *extracción de conclusiones* y *comunicación de resultados*.

### 4.1. Observación

Los científicos se caracterizan por una gran curiosidad y el deseo de conocer la naturaleza. Cuando un científico encuentra un hecho o fenómeno interesante lo primero que hace es *observarlo* con atención.

La **observación** consiste en examinar atentamente los hechos y fenómenos que tienen lugar en la naturaleza y que pueden ser percibidos por los sentidos.



*Ejemplo:* Un científico observa que el volumen de un gas contenido en un recipiente cerrado depende de la temperatura. Al aumentar la temperatura, aumenta el volumen.

El científico tomará nota de todos los detalles que pudieran tener trascendencia en el hecho observado. Así, anotará la presión del gas, la cantidad de gas que hay en el recipiente, las temperaturas inicial y final, los volúmenes inicial y final...

### 4.2. Formulación de hipótesis

Después de las observaciones, el científico se plantea el cómo y el porqué de lo que ha ocurrido y *formula una hipótesis*.

Formular una **hipótesis** consiste en elaborar una explicación provisional de los hechos observados y de sus posibles causas.



El científico del ejemplo formula la siguiente hipótesis, que explica lo sucedido.

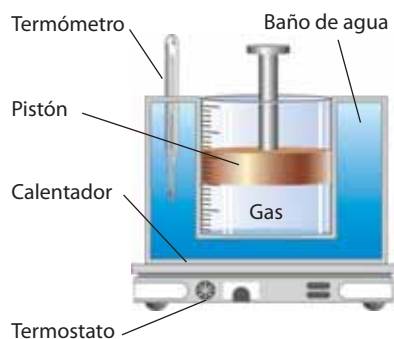
*El volumen que ocupa una cantidad determinada de gas a presión constante aumenta con la temperatura.*

## 4.3. Experimentación

Una vez formulada la hipótesis, el científico debe comprobar si es cierta. Para ello realizará múltiples experimentos modificando los factores que intervienen en el proceso y comprobará si se cumple su hipótesis.

**Experimentar** consiste en reproducir y observar varias veces el hecho o fenómeno que se quiere estudiar, modificando las circunstancias que se consideren convenientes.

Durante la experimentación, los científicos acostumbran a realizar múltiples medidas de diferentes magnitudes físicas. De esta manera pueden estudiar qué relación existe entre una magnitud y otra.



El científico del ejemplo desea estudiar qué relación existe entre el volumen y la temperatura del gas contenido en un recipiente, a presión constante. En su experiencia aumenta poco a poco la temperatura y toma nota de los valores de la temperatura y el volumen del gas.

A continuación debe efectuar dos pasos muy importantes: *organizar los datos en tablas* y *representarlos gráficamente*.

*La temperatura se regula mediante el calentador y se lee en el termómetro. El volumen de gas se lee en la escala.*

### Organización de los datos experimentales en tablas

Es muy importante recoger los datos de un experimento en una tabla. Las tablas ayudan a relacionar las magnitudes físicas que intervienen en el experimento.

Temperatura (K)	285	300	315	330	345	360
Volumen (mL)	684	720	756	792	828	864

### Representaciones gráficas

Son muy importantes porque en ellas podemos visualizar la relación entre las magnitudes físicas del experimento.

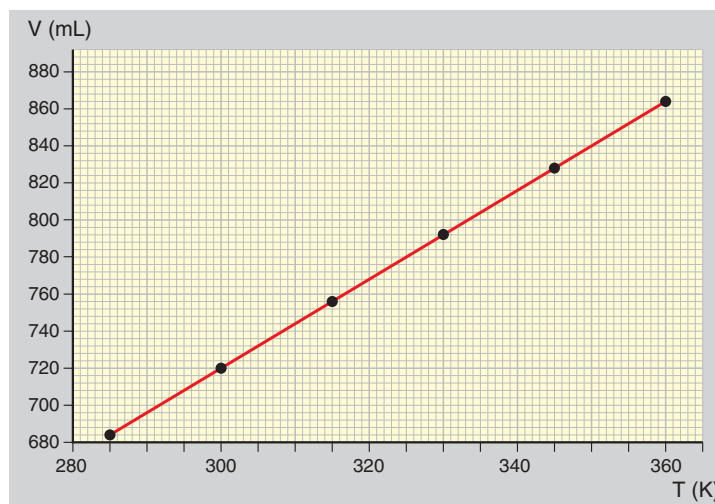
— Las gráficas se dibujan en papel milimetrado. En primer lugar se trazan los ejes de coordenadas y se escribe en ellos el nombre de las magnitudes que se pretende representar y las unidades en que se miden. Después se traza la escala adecuada para que la gráfica ocupe la mayor parte del espacio disponible.

En este caso representamos la temperatura en el eje de abscisas y el volumen en el eje de ordenadas.

— A continuación, se representa cada uno de los puntos de la tabla de datos.

— Una vez representados los puntos, se observa si están alineados. En caso afirmativo, se unen con una recta que contenga la mayor cantidad posible de ellos, procurando que quede el mismo número de puntos de un lado que del otro.

— De la gráfica se deduce la ecuación de la recta. En el caso del ejemplo, si prolongáramos la recta podríamos comprobar que pasa por el origen de coordenadas, por lo que la ecuación es:



$$V = k \cdot T \text{ (donde } k \text{ es una constante)}$$

## 4.4. Extracción de conclusiones

El análisis de los datos experimentales permite al científico comprobar si su hipótesis era correcta y dar una explicación científica al hecho o fenómeno observado.

La **extracción de conclusiones** consiste en la interpretación de los hechos observados de acuerdo con los datos experimentales.

A veces se repiten ciertas pautas en todos los hechos y fenómenos observados. En este caso puede enunciarse una *ley*. Una **ley científica** es la formulación de las regularidades observadas en un hecho o fenómeno natural. Por lo general, se expresa matemáticamente.

Las leyes científicas se integran en *teorías*. Una **teoría científica** es una explicación global de una serie de observaciones y leyes interrelacionadas.

### FÍJATE

Las teorías científicas pueden ser corregidas con el tiempo, incluso en algún caso, si no están de acuerdo con nuevas observaciones experimentales, deben ser desechadas.

Así, el aumento de precisión en los aparatos de medida ha permitido comprobar años más tarde que los gases reales presentan desviaciones de la ley de Charles y Gay-Lussac.

En el caso del ejemplo, el científico ha confirmado su hipótesis gracias a la experimentación y está en condiciones de formular una ley científica. La siguiente ley fue enunciada, de forma independiente, por el físico francés Jacques Alexandre César **Charles** (1746-1823) y el químico francés Joseph Louis **Gay-Lussac** (1778-1850). En la actualidad se conoce como **ley de Charles y Gay-Lussac**:

*Para una cantidad fija de gas a presión constante, el cociente entre su volumen y su temperatura es una constante cuyo valor depende de la cantidad y temperatura del gas, pero no de su naturaleza.*

$$\frac{V}{T} = k$$



## 4.5. Comunicación de resultados

Cuando un científico enuncia o perfecciona una ley, o constata un hecho experimental, da a conocer su trabajo mediante un **informe científico**. Este informe debe incluir todas las etapas del trabajo científico: las observaciones, el planteamiento de hipótesis, los datos experimentales convenientemente organizados y la interpretación de resultados, si es oportuno con una ley científica.

En épocas anteriores, los descubrimientos científicos quedaban relegados, en buena medida, a un reducido círculo de investigadores. Actualmente, Internet, la televisión, la prensa y la radio se encargan de divulgar puntualmente los avances científicos a la sociedad. Otros medios más especializados, como las revistas científicas, los libros, los congresos y las reuniones de investigadores... permiten su divulgación en ámbitos científicos.



11. Ordena los siguientes procesos de acuerdo con las fases del método científico: organización de los datos experimentales; elaboración de una teoría; formulación de hipótesis; extracción de conclusiones; comunicación científica; observación.

12. Propón un procedimiento para investigar estas hipótesis: a) el hielo funde a una temperatura fija; b) la velocidad de caída libre de los cuerpos depende de su masa. Sigue las fases del método científico.

13. Un investigador que estudia la relación entre dos magnitudes, A y B, obtiene los siguientes datos:

A:	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00
B:	75,00	37,50	25,00	18,75	15,00

El investigador afirma que A y B son inversamente proporcionales. ¿Está en lo cierto? Representa gráficamente los datos, analiza los resultados y extrae una conclusión.



## 5. El trabajo en el laboratorio

En el laboratorio se lleva a cabo la mayoría de las fases del método científico, especialmente la experimentación.

A continuación te ofrecemos una serie de consejos que pueden ayudarte a realizar con éxito la experimentación y a ahorrar tiempo en las experiencias de laboratorio.

- Lleva siempre a las experiencias un **guión de trabajo** en el que se describa qué se va a hacer, por qué y cómo. Antes de empezar la experiencia, léelo con atención.
- Lleva también un **cuaderno de prácticas**. Anota en él la fecha de realización de la experiencia, el material y los instrumentos utilizados, el proceso seguido, los hechos observados, los resultados obtenidos y las conclusiones.
- Comprueba que dispones de los **instrumentos** y el **material necesarios**, y que están limpios y en perfectas condiciones.
- Sitúa sobre la **mesa de trabajo** únicamente los instrumentos y el material precisos para realizar la experiencia. Colócalo todo en el fondo de la mesa. Pon los recipientes más altos detrás, para evitar que se rompan o se vuelquen accidentalmente. Sitúa las etiquetas de frente para identificar con rapidez de qué material se trata.
- Presta atención a lo que haces y trabaja con **orden** y **pulcritud**. Mantén limpia la mesa de trabajo. Si durante la ejecución de la práctica se derrama algún producto, límpialo inmediatamente y no esperes al final.
- Al terminar, **limpia los instrumentos** utilizados y guarda todo el material en su sitio. Así, se conservará en óptimas condiciones.
- **Lávate** siempre las manos al finalizar el trabajo.

### 5.1. La seguridad en el laboratorio

Algunos de los **instrumentos** y **productos** que se utilizan en el laboratorio pueden resultar **peligrosos** si no se manipulan correctamente. Para evitar riesgos, debes observar los **símbolos** que aparecen en la etiqueta de los envases y respetar siempre las **normas de seguridad**.

#### Símbolos de peligro en los productos químicos

Los envases de algunos productos químicos incorporan un símbolo que advierte de su peligrosidad. Éstos son los más comunes. Debes conocer sus *efectos* y las *precauciones* necesarias en su manipulación.

Explosivo	Inflamable	Tóxico	Nocivo o irritante	Corrosivo	Peligroso para el medio ambiente
					
Ejemplos: pólvora, nitroglicerina, nitrato de potasio...	Ejemplos: alcohol, acetona, aerosoles...	Ejemplos: mercurio, cadmio, plomo, insecticidas...	Ejemplos: amoníaco, lejía, cloro, tintes...	Ejemplos: sulfamán, (ácido clorhídrico), sosa cáustica...	Ejemplos: aguarrás, insecticidas, plaguicidas...

Tipo de productos	Efecto	Precauciones
Explosivo	Pueden explotar bajo el efecto del calor o por golpes o fricciones.	Evitar choques o roces. Mantener alejados del fuego y otras fuentes de calor.
Inflamable	Arden con facilidad.	Mantener alejados de posibles focos de ignición.
Tóxico	Por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar trastornos funcionales agudos, o incluso la muerte.	Evitar el contacto con la piel, ojos, boca... y la inhalación de sus vapores. Utilizar protecciones personales, como guantes, gafas, mascarillas...
Nocivo	Por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades pueden provocar trastornos funcionales leves.	
Irritante	En contacto con la piel o las mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.	
Corrosivo	En contacto con materiales degradables o tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de éstos.	
Peligroso para el medio ambiente	Al ser emitidos a la atmósfera o vertidos sobre el agua o el suelo pueden deteriorar algún componente del medio ambiente.	Evitar su emisión a la atmósfera. No depositar los envases directamente sobre aguas o tierras.

### NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

Normas generales	Normas para manipular instrumentos y productos
<ul style="list-style-type: none"> <li>No fumes, comas o bebas en el laboratorio.</li> <li>Utiliza una bata para proteger tu ropa.</li> <li>Guarda tus prendas de abrigo y los objetos personales en un armario o taquilla y no los dejes nunca sobre la mesa de trabajo.</li> <li>No llesves bufandas, pañuelos largos ni prendas u objetos que dificulten tu movilidad. Si tienes el cabello largo, recógetelo.</li> <li>Evita los desplazamientos injustificados por el laboratorio.</li> <li>Ten siempre tus manos limpias y secas.</li> <li>Si tienes alguna herida, tápala.</li> <li>No pruebes ni ingieras los productos.</li> <li>En caso de producirse un accidente, quemadura o lesión, comunícalo inmediatamente al profesor.</li> <li>Mantén el orden y la limpieza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No utilices ninguna herramienta o máquina sin conocer su uso, funcionamiento y normas de seguridad específicas.</li> <li>Antes de manipular un aparato o montaje eléctrico, desconéctalo de la red eléctrica.</li> <li>No pongas en funcionamiento un circuito eléctrico sin que el profesor haya revisado la instalación.</li> <li>Maneja con especial cuidado el material frágil, por ejemplo, el vidrio.</li> <li>Informa al profesor del material roto o averiado.</li> <li>Fíjate en los signos de peligrosidad que aparecen en los frascos de los productos químicos.</li> <li>Si te salpicas accidentalmente, lava la zona afectada con agua abundante. Si salpicas la mesa, límpiala con agua y sécala después con un paño.</li> <li>Sigue las indicaciones del profesor en todo lo relativo a la eliminación de los productos sobrantes.</li> <li>Al acabar la práctica, limpia y ordena el material utilizado.</li> </ul>

**14.** Razona si los siguientes comportamientos son correctos o no en un laboratorio de prácticas. Si no lo son, explica por qué.

- Hugo come un bocadillo y María Isabel bebe un zumo mientras realizan una práctica en el laboratorio en la que deben manipular sustancias nocivas.
- Al acabar la práctica, los integrantes del grupo de Tania abandonan el laboratorio dejando el material sucio y desordenado sobre las mesas y algunos frascos de productos destapados.

## El material de laboratorio

Para llevar a cabo actividades prácticas de física y química es necesario desplazarse al **laboratorio**. Allí encontrarás **materiales** específicos cuya utilidad conviene conocer.

Para facilitar su análisis, clasificaremos el material según su utilidad.

### ► Material para efectuar medidas diversas

Son habituales en el laboratorio la *regla*, la *cinta métrica*, el *pie de rey*, el *cronómetro*, el *dinamómetro*, la *balanza* y el *termómetro*.



- La **regla graduada**, la **cinta métrica** y el **pie de rey** se utilizan para medir longitudes.
- El **cronómetro** se emplea para medir el tiempo.
- El **dinamómetro** es el instrumento usado para medir fuerzas.
- La **balanza** se usa para medir masas.
- El **termómetro** mide la temperatura.

### ► Material eléctrico

Estos materiales se emplean en el montaje de circuitos eléctricos y para medir magnitudes eléctricas en estos circuitos.



- La **pila** y la **fuentes de alimentación** generan la corriente eléctrica.
- Las **lámparas** transforman la energía eléctrica en luz.
- El **interruptor** tiene dos posiciones: una impide el paso de la corriente eléctrica y la otra lo permite.
- Los **hilos y cables** unen los diversos elementos del circuito y permiten la circulación de la corriente eléctrica.
- Los **resistores** ofrecen cierta oposición al paso de la corriente, limitando su intensidad.
- El **amperímetro** y el **voltímetro** miden, respectivamente, la intensidad de corriente y la diferencia de potencial.



## ► Material para medir volúmenes de líquidos

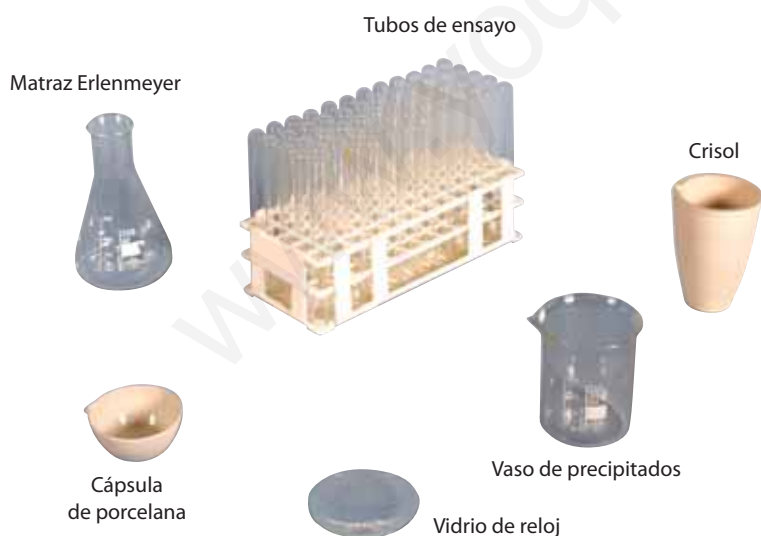
En este grupo se incluyen *matraces aforados*, *pipetas*, *buretas*, *probetas* y *cuentagotas*.

- Los **matraces aforados**, cuyo volumen es perfectamente conocido, permiten la obtención de volúmenes fijos: 25 mL, 50 mL, 100 mL, etc.
- Las **pipetas**, graduadas o aforadas, permiten medir el volumen de líquido que se trasvasa de un recipiente a otro.
- Las **buretas** están graduadas en mililitros y disponen de una llave en su parte inferior para verter su contenido de forma gradual.
- Las **probetas** también están graduadas en mililitros y facilitan la medida de diferentes volúmenes.
- Los **cuentagotas** se utilizan para verter pequeñas cantidades de líquidos gota a gota. Aunque su medida es aproximada, se admite generalmente que 20 gotas equivalen a 1 mL.



## ► Material para efectuar reacciones

Con este material pueden llevarse a cabo diferentes reacciones, según las características de éstas. Disponemos de *tubos de ensayo*, *matraces Erlenmeyer*, *vasos de precipitados*, *vidrios de reloj*, *cápsulas de porcelana* y *crisoles*.



- Los **tubos de ensayo** permiten efectuar reacciones a pequeña escala.
- Los **matraces Erlenmeyer** facilitan la agitación de su contenido sin que éste se vierta, gracias a su embocadura más estrecha.
- Los **vasos de precipitados** permiten preparar disoluciones, calentar líquidos...
- Los **vidrios de reloj** facilitan la evaporación de los componentes líquidos gracias a su gran superficie.
- Las **cápsulas de porcelana** se emplean con reactivos sólidos o cuando la reacción desprende gran cantidad de calor.
- Los **crisoles**, de material refractario, pueden someterse a la acción del fuego y soportan altas temperaturas.

## Fenómenos físicos y químicos

15. ¿Cuándo decimos de un fenómeno que es un fenómeno físico o un fenómeno químico?

**R**

16. Di si los procesos siguientes son fenómenos físicos o químicos. Razona tu respuesta.

- a) El agua caliente que sale de la ducha se transforma en vapor de agua y empaña los espejos del cuarto de baño.
- b) En el motor de un automóvil tiene lugar la combustión de la gasolina. Los humos producidos se expulsan por el tubo de escape.

## Las magnitudes físicas y su medida

17. Escribe el nombre y el símbolo de la unidad del SI para las siguientes magnitudes físicas.

**R**

longitud - tiempo - masa - temperatura  
energía - intensidad de corriente

18. Efectúa las siguientes transformaciones. Aplica los factores de conversión necesarios.

- a) 0,048 m a cm
- b) 6 205 m a km
- c) 84 CV a W
- d) 5 687 dm<sup>2</sup> a m<sup>2</sup>
- e) 0,009 741 m<sup>3</sup> a cm<sup>3</sup>
- f) 70,2 km/h a m/s
- g) 33,5 m/s a km/h
- h) 9 semanas a h

19. a) Expresa estas cantidades en notación científica.

576 254 000      3 569,0019      0,000 000 061 23

b) Expresa estas cantidades en forma decimal con todas sus cifras.

$4,5 \cdot 10^7$        $7 \cdot 10^{-3}$        $1,14 \cdot 10^{-12}$

20. Una nave espacial recorre una distancia de 1,35 millones de kilómetros en 5 días y 15 horas. Expresa ambas cantidades en unidades del SI y calcula la velocidad media de la nave.

Sol.:  $1,35 \cdot 10^9$  m;  $4,86 \cdot 10^5$  s;  $2,78 \cdot 10^3$  m/s

## Carácter aproximado de la medida

21. Cita dos diferencias entre un error absoluto y un error relativo.

22. Un cronómetro marca un tiempo de 19,4 s en una prueba atlética. Si sabemos que el valor verdadero es de 19,78 s, calcula el error absoluto y el error relativo de la medida.

**R**

Sol.: 0,38 s; 0,019

23. Sonia ha obtenido un valor de 248 g al medir una masa cuyo valor verdadero era 252,5 g. Por su parte, Jaime ha obtenido 430 g en una medida cuyo valor verdadero era 425,4 g. Determina el error por unidad medida que comete cada uno.

— ¿Cuál de las dos medidas es mejor?

24. Observa las figuras siguientes e indica cuál es la resolución o sensibilidad de cada uno de los relojes representados.



25. Señala las cifras significativas de las siguientes cantidades.

- a) 11,1685
- b)  $7,830 \cdot 10^4$
- c) 6 121,854
- d)  $3,100 \cdot 10^3$
- e) 0,000 000 7
- f)  $9 \cdot 10^2$

26. Se ha medido una longitud de 11,99 mm con un micrómetro cuya resolución es de 10  $\mu$ m. Expresa la medida con todas sus cifras significativas y con su error correspondiente.

Sol.:  $(11,99 \pm 0,01)$  mm

## El método científico: sus etapas

27. Expón, en orden, las fases del método científico y explica en qué consisten.

**R**

28. Sugiere un procedimiento para comprobar la hipótesis: «El período de oscilación de un péndulo depende de la masa del péndulo y de la longitud de la cuerda». Sigue las fases del método científico.

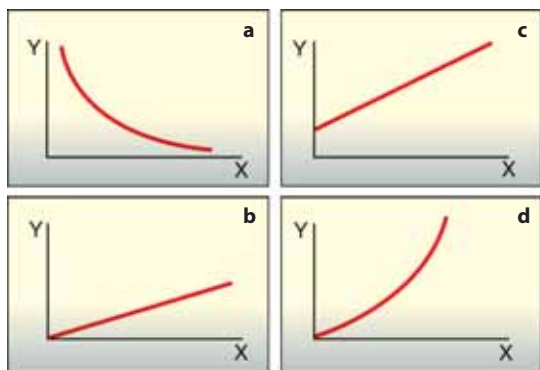
**A**

29. Un científico que estudia la dependencia entre las magnitudes V e I obtiene los datos siguientes.

V (V)	1,2	3,6	6,0	8,4	10,8	13,2
I (A)	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55

Representa gráficamente los datos, analiza los resultados e interpreta qué dependencia existe entre estas magnitudes.

30. Las siguientes gráficas expresan la relación matemática entre dos magnitudes.



¿A cuál de las siguientes relaciones matemáticas corresponde cada gráfica? Compruébalo dando valores a los parámetros  $a$ ,  $K$  y  $x$ .

$$y = \frac{K}{x}; \quad y = K \cdot x; \quad y = K \cdot x^2; \quad y = a + K \cdot x$$

31. Efectúa esta práctica y verás que la fuerza de empuje que un líquido ejerce sobre un cuerpo sumergido en él depende de la densidad del propio líquido.



- A**
- Llena de agua un vaso grande en el que quepa holgadamente un huevo de gallina.
  - Introduce en el vaso un huevo de gallina fresco. Observarás que va al fondo.
  - Añade al agua dos o tres cucharadas de sal y remueve con una varilla hasta que se disuelva totalmente.
  - Observa si el huevo flota. Si no es así, añade más sal y remueve con la varilla para disolverla, hasta que el huevo flote.
  - Interpreta lo sucedido. ¿Aumenta la fuerza de empuje al disolver la sal en el agua? ¿Por qué?
  - Redacta un informe científico sobre la experiencia realizada.

## El trabajo en el laboratorio

32. Repasa las normas de seguridad en el laboratorio de la página 19.
- R** Indica qué comportamientos de los siguientes son incorrectos y explica alguno de los peligros que pueden provocar.
- a) Mientras el profesor atiende a otro grupo, Dani y Salim utilizan el material de laboratorio para jugar.
  - b) Carmen se come un bocadillo mientras manipula productos químicos en el laboratorio.

33. Explica qué significan estos símbolos de las etiquetas de los envases y qué precauciones deben tomarse para manipular este tipo de productos.



34. Explica para qué se utilizan los siguientes instrumentos de laboratorio: balanza, amperímetro, matraz Erlenmeyer, pipeta, crisol.

## @ Con ayuda del ordenador

35. Un investigador anota las posiciones y los tiempos de un objeto en movimiento, con estos resultados.

<b>t (s)</b>	0	1	2	3	4	5
<b>s (m)</b>	0	1,5	6,0	13,5	24,0	37,5

El investigador se pregunta si el espacio recorrido sigue una ley proporcional al cuadrado del tiempo. Comprueba si su hipótesis es correcta. Para ello:

- Utiliza una hoja de cálculo para crear una tabla de valores de la posición y el tiempo al cuadrado.
- Representa gráficamente la posición (en ordenadas) en función del tiempo al cuadrado (en abscisas). Utiliza la propia hoja de cálculo, o bien otro programa informático a criterio de tu profesor/a.

A la vista de la gráfica expresa tus conclusiones.

36. Visita la página [www.ctv.es/USERS/vaello/manual/c-cientifica.htm](http://www.ctv.es/USERS/vaello/manual/c-cientifica.htm) y averigua cómo se introducen los números en notación científica en tu calculadora. A continuación efectúa las siguientes operaciones.

$$\begin{array}{ll} \text{a) } 2,5 \cdot 10^5 \cdot 6,9 \cdot 10^{-3} & \text{c) } (7,3 \cdot 10^4)^5 \\ \text{b) } \frac{3,3 \cdot 10^{10}}{5 \cdot 10^6} & \text{d) } \sqrt{2,116 \cdot 10^9} \end{array}$$

37. En la página [www.aibarra.org/investig/tema0.htm](http://www.aibarra.org/investig/tema0.htm) se presentan las diferentes etapas del método científico. Consúltala y contesta a las siguientes preguntas.

- a) ¿Cuáles son los requisitos necesarios para elaborar una hipótesis?
- b) ¿Qué normas debes tener en cuenta en la redacción de un informe?

38. El manómetro es un instrumento utilizado para medir la presión de los gases. Conéctate con la página [www.tianguisdefisica.com/globos5.htm](http://www.tianguisdefisica.com/globos5.htm). Aprenderás a construir y usar tu propio manómetro.
- A**

### PATRONES DE MEDIDA

Son las unidades de referencia que usamos para comparar el valor de una medida.

El **metro patrón** se definió originalmente como la longitud (a 0 °C) entre dos rayas grabadas en una barra de platino iridiado que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, París. Dicha longitud correspondía a la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano que pasa por París. Posteriormente se han definido patrones más fáciles de reproducir. Así, actualmente se define el metro patrón como la distancia recorrida por la luz en el vacío en un tiempo de 1/299 792 458 segundos.



El **kilogramo patrón** se definió como la masa de un prototipo de platino que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, París. Dicha masa correspondía a la que tiene un litro de agua a 4 °C de temperatura y 1 atm de presión.

Actualmente sigue reconociéndose como el patrón universal, ante la dificultad de encontrar un patrón inmaterial para la masa.

El **segundo patrón** fue originalmente definido como la 60ª fracción de la 60ª fracción de la 24ª fracción de la duración del día solar medio. Actualmente el patrón del segundo se define como la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre 2 niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio 133.

### EL METRO LÁSER O DISTANCIÓMETRO LÁSER

Es el metro de última tecnología. Mide en fracciones de segundo y con una gran precisión distancias de 5 cm a 200 m. El puntero láser permite ver exactamente donde estamos realizando la medición. Su único inconveniente es su elevado precio.



### MEDIDAS ANGLOSAJONAS

#### UNIDADES DE LONGITUD

Unidad	Múlt./Submúlt.	Equivalencia SI
Milla*	1760 yardas	1,609 km
Yarda	36 pulgadas	0,9144 m
Pie	12 pulgadas	30,48 cm
Pulgada	-	25,4 mm

#### UNIDADES DE CAPACIDAD

Unidad	Múlt./Submúlt.	Equivalencia SI
Galón**	-	4,546 L
Cuarto	1/4 de galón	1,137 L
Pinta	1/8 de galón	0,568 L

#### UNIDADES DE MASA

Unidad	Múlt./Submúlt.	Equivalencia SI
Libra	16 onzas	453,6 g
Onza	-	28,35g

\* Se refiere a la milla terrestre. La milla marina equivale a 1,852 km.  
 \*\* Se refiere al galón inglés. El galón americano equivale a 3,786 L.

### MODELOS CIENTÍFICOS

Las ciencias, como la física y la química, acostumban a simbolizar la realidad mediante **modelos científicos**.

Éstos son representaciones simplificadas de un sistema o fenómeno que explican de forma satisfactoria los hechos observados y sirven para realizar predicciones que pueden ser constatadas con posterioridad.

Los modelos tienen validez mientras expliquen los hechos observados, por lo que están sujetos a continua revisión y evolución.



Modelos atómicos.

# SÍNTESIS

- La **física** es la ciencia que estudia los **fenómenos físicos**, es decir, aquellos cambios en los cuerpos materiales por los que las sustancias no se transforman en otras nuevas.

La **química** es la ciencia que estudia los **fenómenos químicos**, es decir, las transformaciones que pueden experimentar las sustancias, así como su composición, estructura y propiedades.

- Una **magnitud física** es toda propiedad de los cuerpos que puede ser medida.

Magnitud básica	Unidad	Abreviatura
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Intensidad lumínica	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

- Un **factor de conversión** es una fracción igual a la unidad que expresa la equivalencia entre dos unidades.

$$36\,500 \text{ m} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1\,000 \text{ m}} = 36,5 \text{ km}$$

- La **notación científica** consiste en escribir cada valor mediante una parte entera de una sola cifra no nula, una parte decimal y una potencia de diez de exponente entero.

Valor	Notación científica
5 980 000 000 000 000 000	$5,98 \cdot 10^{18}$
0,000 000 000 001 67	$1,67 \cdot 10^{-12}$

- **Error absoluto:** es la diferencia, en valor absoluto, entre el valor aproximado obtenido en la medición y el valor verdadero o exacto de la medida.

$$E_a = |a - x|$$

- **Error relativo:** es el cociente entre el error absoluto y el valor verdadero o exacto de la medida.

$$E_r = \frac{E_a}{x} = \frac{|a - x|}{x}$$

- Las **cifras significativas** de una medida son todas las que se conocen con certeza, más una dudosa; es decir, que tiene un margen de error.
- Una medida experimental se expresa mediante un intervalo determinado por el **valor numérico** obtenido, con todas sus cifras significativas, y el **error absoluto** correspondiente, que supondremos igual a la resolución del instrumento de medida.

$$\underbrace{(4,50)}_{\text{valor numérico obtenido}} \pm \underbrace{0,05}_{\text{error absoluto}} \text{ g}$$

- El **método científico** consta de las siguientes fases: *observación, formulación de hipótesis, experimentación, extracción de conclusiones y comunicación de resultados.*
- Algunos de los instrumentos y productos que se utilizan en el laboratorio pueden resultar peligrosos si no se manipulan correctamente. Para evitar riesgos, debemos respetar siempre las **normas de seguridad** y observar los **símbolos** que aparecen en la etiqueta de los envases.

1. ¿Cuál es la unidad de temperatura en el SI?
2. ¿Qué factores de conversión necesitas para transformar semanas en segundos?
3. Determina a cuántos metros por segundo equivale la velocidad de 27 km/h.
4. Expresa en notación científica estas cantidades:  
a) 421 000 000    b) 0,000 288 3    c) 0,000 000 460 50
5. Al pesar 2,546 g (valor verdadero o exacto) de una sustancia, obtenemos un valor de 2,57 g. Calcula los errores absoluto y relativo cometidos.
6. ¿Qué nombre recibe la mínima variación de una magnitud que detecta un aparato de medida?

7. Para medir la estatura de un muchacho usamos una cinta métrica cuya resolución es de 1 mm. Si el valor obtenido es de 151,7 cm, escribe la expresión de su medida.
8. ¿Qué nombre recibe la formulación en forma matemática de las regularidades observadas en un hecho o fenómeno natural?
9. ¿Qué indica este símbolo en un envase?



**EVALUACIÓN**