1. Las magnitudes y su medida

Índice:

1. Orígenes de la ciencia. 1
2. El método científico 1
2.1. Fases del método científico 1
2.2. El informe científico 2
3. Magnitudes físicas: fundamentales y derivadas. 2
4. Sistema internacional de unidades, SI. 3
4.1. Múltiplos y submúltiplos. 3
4.2. Notación científica. 4
4.3. Conversión de unidades. 4
5. Errores en la medida. 4
5.1. Cifras significativas. 5
5.2. Error absoluto y relativo. 5
5.3. Tablas, gráficos y fórmulas. 7
6. El laboratorio. 8
6.1. Normas básicas para el trabajo en el laboratorio. 8
7. Problemas: Las magnitudes y su medida 10

1. Orígenes de la ciencia.

La **ciencia** (del latín scientia "conocimiento") es el conocimientos obtenido mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y del que se deducen principios y leyes generales.

El origen de la ciencia está en la relación del hombre con la naturaleza junto con la curiosidad por saber y dominar la naturaleza. En este proceso se fue pasando de los mitos al conocimiento científico y estructurado

Nosotros hablamos de la ciencia experimental y para el estudio de las ciencias experimentales utilizamos el método científico.

2. El método científico.

El método científico es el procedimiento sistemático y controlado que permite estudiar un fenómeno observado y establecer los modelos y las leyes por las que se rige.

Es la forma en que trabaja la ciencia.

2.1. Fases del método científico

El método científico se desarrolla en cuatro fases: **Observación**, **formulación de hipótesis**, **experimentación** y **elaboración de conclusiones**.

Observación: Se trata de observar y obtener la máxima información posible de un fenómeno.

Formulación de hipótesis: Se trata de dar una primera explicación a partir de la información recogida. La hipótesis es una explicación sin comprobar. Es un planteamiento teórico.

Experimentación: Es la fase más importante del método científico y determina la validez de la hipótesis. Esto se realiza reproduciendo los fenómenos bajo condiciones controladas y tomando medidas. De hecho el uso sistemático de la medida determina la parición de la ciencia tal como la conocemos hoy en día al principio de la era moderna (Galileo 1564; Lavoisier 1743). Nos permite validar o rebatir las hipótesis

Elaboración de conclusiones: Una vez comprobada la validez de una hipótesis se convierte en **ley científica** que se suele expresar en un lenguaje matemático mediante fórmulas. Varias leyes sobre fenómenos relacionados constituyen **una teoría** que a menudo necesitan de **modelos** o representaciones sencillas de la realidad.

Ejemplo: 1.
¿De qué variables puede depender el tiempo que tarda en caer un objeto al suelo?

2.2. El informe científico

Hoy en día la ciencia se construye con las aportaciones de toda la comunidad científica. Para ello existen publicaciones especializadas y congresos en los que se tratan los avances científicos

La información que se recoge después de un trabajo de investigación se publica en un informe científico que en general consta de los siguientes apartados:
- **Título** del informe, nombre del **autor** y **fecha** de realización del trabajo.
- **Resumen o abstract**: Es un resumen breve que describe el trabajo desarrollado.
- **Procedimiento experimental**: Explica el procedimiento, materiales y montajes realizados.
- **Resultados**: Donde se recogen los datos y cálculos realizados.
- **Análisis de resultados**: Aquí se interpretan los resultados obtenidos y su coherencia.
- **Conclusiones**: Se exponen las conclusiones finales.
- **Bibliografía**: Se citan libros, revistas páginas web consultadas indicando el título y autor.

Este debería ser el mismo esquema para exponer y realizar cualquier trabajo de clase.

3. Magnitudes físicas: fundamentales y derivadas.

Magnitud física es toda propiedad física que se puede medir, que se puede expresar cuantitativamente.

Medir es comparar con otra magnitud homogénea de referencia o patrón.

Las magnitudes pueden ser:
- **Magnitudes fundamentales** que son aquellas que se definen por sí mismas y no se expresan en función de otras, por ejemplo: la longitud, la masa, el tiempo, la temperatura etc.
- **Magnitudes derivadas** que son todas las demás y se definen a partir de las fundamentales, por ejemplo la superficie, la velocidad, la densidad etc.

$$S = l \times a \qquad v = \frac{e}{t} \qquad d = \frac{m}{V}$$

Las magnitudes también pueden ser:
- **Magnitudes escalares**: que se definen solamente por una cantidad y una unidad. Por ejemplo la temperatura, la energía, etc.
- **Magnitudes vectoriales**: que se representan por vectores. Tienen módulo, dirección y sentido. Por ejemplo la velocidad, la fuerza, etc.

Unidad es una cantidad patrón de referencia.

4. Sistema internacional de unidades, SI.

Hoy en día existe casi un acuerdo internacional en la elección de las unidades de medida. A pesar de ello existen unidades prácticas y de costumbre que todavía perviven y que no están recogidas en el sistema internacional de unidades.

El Sistema Internacional de Unidades establece siete magnitudes fundamentales y define su correspondiente unidad.

Magnitud fundamental	Símbolo de la magnitud	Unidad de medida	Símbolo de la unidad
Longitud	L	Metro	m
Masa	M	Kilogramo	kg
Tiempo	t	Segundo	s
Temperatura	T	Kelvin	K
Intensidad de corriente	I	Amperio	A
Intensidad luminosa	i	Candela	cd
Cantidad de materia	n	Molécula-gramo	mol

Las unidades de las magnitudes derivadas se obtienen a partir de las fundamentales, por ejemplo:
- La **superficie** es el producto de dos longitudes, largo por ancho y se expresa en el sistema internacional como una longitud al cuadrado, su unidad es el **metro cuadrado** (**m^2**).
- El **volumen** es el producto de tres longitudes, largo por ancho y por alto y se expresa en el sistema internacional como una longitud al cubo, su unidad es el **metro cúbico** (**m^3**).
- La **velocidad** es el cociente entre el espacio y el tiempo, se expresa como una longitud entre un tiempo, su unidad es el **metro partido por segundo** (**m/s**).
- La **densidad** es la masa entre la unidad de volumen que ocupa un cuerpo, se expresa como una masa entre un volumen, su unidad es el **kilogramo partido por metro al cubo** (**kg/m^3**).

4.1. Múltiplos y submúltiplos.

El sistema internacional establece como han de expresarse los múltiplos y submúltiplos de las unidades correspondientes.

Símbolo	Prefijo	Ejemplo Longitud	Símbolo	Prefijo	Ejemplo Longitud
T	Tera (10^{12})	1 Tm=10^{12} m	d	deci (10^{-1})	1 dm=10^{-1} m
G	Giga (10^{9})	1 Gm=10^{9} m	c	centi (10^{-2})	1 cm=10^{-2} m

M	Mega (10^6)	1 Mm=10^6 m	m	mili (10^{-3})	1 mm=10^{-3} m
k	kilo (10^3)	1 km=10^3 m	µ	micro (10^{-6})	1 µm=10^{-6} m
h	hecto (10^2)	1 hm=10^2 m	n	nano (10^{-9})	1 nm=10^{-9} m
da	deca (10)	1 dam=10 m	p	pico (10^{-12})	1 pm=10^{-12} m

4.2. Notación científica.

Se utiliza para escribir números muy grandes o muy pequeños.

De esta forma todos los números se expresan como el producto de **un número decimal con una sola cifra entera** y **una potencia de diez** de exponente positivo o negativo.

Ejemplo: 2.
Superficie de la Tierra: 127516118000000 m^2 = $1{,}27516118 \cdot 10^{14}$ m^2
Tiempo de existencia de la Tierra: 4540000000 años = $4{,}54 \cdot 10^9$ años
Masa de un neutrón: 0,00000000000000000000000001675 kg = $1{,}675 \cdot 10^{-27}$ Kg

4.3. Conversión de unidades.

A menudo nos vemos en la situación de expresar el resultado de una magnitud en otras unidades para ello utilizaremos **factores de conversión**.

Ejemplo: 3.
Convierte 90 km/h a m/s

$$120\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}} \times \underbrace{\frac{1000\,m}{1\,\cancel{km}}}_{convierte\ km\ a\ m} \times \underbrace{\frac{1\,\cancel{h}}{3600\,s}}_{convierte\ h\ a\ s} = 33{,}3\frac{m}{s}$$

Convierte 250 m^2/s a km^2/h
Convierte 62 kg^2/m a g^2/cm

El **factor de conversión de unidades** es una fracción en la que el numerador y el denominador son medidas iguales expresadas en unidades distintas, de tal manera, que esta fracción vale la unidad. Evita el uso abusivo de reglas de tres.

Solamente se pueden convertir unidades homogéneas.

5. Errores en la medida.

El proceso de medida va acompañado de la obtención de un resultado que está afectado de distintos errores. Estos errores son consecuencia de la interacción entre el aparato de medida, el observador y el objeto de medida.

Características de los instrumentos de medición:

Precisión de un instrumento de medida es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.

Sensibilidad de un instrumento de medida es la máxima variación del valor de la magnitud que es capaz de medir. Ej.: ±5 g para una balanza en el mercado.

5.1. Cifras significativas.

Como resultado de diferentes operaciones las cantidades se expresan con multitud de cifras, pero no todas tienen un significado físico.

El valor de una medida se expresa mediante una serie de dígitos que reciben el nombre de cifras significativas.

- **Cifras significativas** son todas las que conocemos con absoluta certeza y la primera dudosa o afectada de algún error.
Al medir con un instrumento son cifras significativas todas las que proporciona el aparato de medida.
No puede haber ni más ni menos cifras significativas, aunque cambiemos de unidad.

- **Son cifras significativas** todas menos los ceros situados a la izquierda de un número decimal o a la derecha de un número entero.
Un truco muy bueno es poner la cantidad expresada en notación científica y contar los dígitos del número decimal.

Ejemplo: 4.
Indica las cifras significativas de las siguientes cantidades:

625	$6{,}25\cdot10^{2}$	3 cifras significativas
2,250	$2{,}250\cdot10^{0}$	4 cifras significativas
37,004	$3{,}7004\cdot10^{1}$	5 cifras significativas
26500	$2{,}65\cdot10^{4}$	3 cifras significativas
0,00569	$5{,}69\cdot10^{-3}$	3 cifras significativas
0,005600	$5{,}600\cdot10^{-3}$	4 cifras significativas

En física las medidas de una magnitud se expresan por medio de una **cantidad** y una **unidad**.

$$\underset{Magnitud}{Masa} = \underset{Cantidad}{1785} \quad \underset{Unidad}{kg}$$

5.2. Error absoluto y relativo.

Error absoluto es la diferencia, en valor absoluto, entre el valor medido y el valor verdadero (o valor medio). Tiene las mismas unidades que la magnitud que estamos midiendo.

$$\boxed{E_{absoluto} = \left| x - x_{verdadero} \right|}$$

El valor verdadero es desconocido y **se suele utilizar el valor medio como valor verdadero**. De aquí la repetición de las medidas en el proceso experimental.

Cuando se realiza **una medida directa**, con una regla por ejemplo, el error absoluto será la sensibilidad del instrumento, la de la regla en este caso.

Cuando **se realizan varias mediciones el error absoluto es la media de los errores absolutos** de las medidas realizadas. Si este es inferior a la sensibilidad del instrumento el error absoluto coincide con la sensibilidad del instrumento.

Ejemplo: 5.
Se nos encarga a 5 alumnos medir la anchura de la clase y se obtienen los siguientes resultados: 8,30; 8,32; 8,37; 8,26 y 8,15 m respectivamente.
Determina el error absoluto de cada medida y expresa el resultado correctamente.
Se calcula primero el valor medio que tomaremos como valor verdadero.

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n} \Rightarrow \bar{x} = \frac{8,30+8,32+8,37+8,26+8,15}{5} \Rightarrow \bar{x} = 8,28\ m$$

Ahora determinamos el error relativo de cada medida.

$$E_{absoluto} = \left| x - x_{verdadero} \right| \Rightarrow$$

$$\begin{cases} E_1 = |8,30-8,28| = 0,02\ m \\ E_2 = |8,32-8,28| = 0,04\ m \\ E_3 = |8,37-8,28| = 0,09\ m \Rightarrow \\ E_4 = |8,26-8,28| = 0,02\ m \\ E_5 = |8,15-8,28| = 0,13\ m \end{cases} \quad \overline{E_a} = \frac{0,02+0,04+0,09+0,02+0,13}{5} \quad \boxed{\overline{E_a} = 0,06\ m}$$

El resultado expresado correctamente sería: $x = 8,28 \pm 0,06\ m$

Como se ve, **el error absoluto tiene unidades.**

El error absoluto no indica si la medida realizada es buena o no, solamente nos indica si el valor medido está próximo al valor verdadero o no. Lo que nos desviamos del valor exacto.

El error relativo es el cociente entre el error absoluto y el valor verdadero. No tiene unidades y nos determina la calidad de una medida.

$$\boxed{E_{relativo} = \frac{E_{absoluto}}{x_{verdadero}}}$$

Ejemplo: 6.
Se mide el tiempo en minutos invertido por varios alumnos en efectuar un recorrido: 3,01; 3,11; 3,20; 3,15. Determina el valor que se estima como verdadero, el error absoluto y relativo de la medida

El valor verdadero coincide con el valor medio de los tiempos medidos:

$$x_{verdadero} = \frac{3,01+3,11+3,20+3,15}{4} \Rightarrow \boxed{x_{verdadero} = 3,12}$$

$$E_{relativo} = \frac{E_{absoluto}}{x_{verdadero}} \Rightarrow E_{relativo} = \frac{0,06}{3,12}$$

$$\Rightarrow E_{relativo} = 0,0192 = \boxed{1,92\ \%}$$

Y la expresión de la medida es:

$$\boxed{3,12 \pm 0,06}$$

	Medida	$E_{absoluto} = \lvert x - x_{verdadero} \rvert$
	$3,01$	$\lvert 3,01 - 3,12 \rvert = \pm 0,11\ s$
	$3,11$	$\lvert 3,11 - 3,12 \rvert = \pm 0,01\ s$
	$3,20$	$\lvert 3,20 - 3,12 \rvert = \pm 0,08\ s$
	$3,15$	$\lvert 3,15 - 3,12 \rvert = \pm 0,03\ s$
valor medio	$3,12$	$\pm 0,0575 \approx \pm 0,06$

Ejemplo: 7.

¿Cuál es el error absoluto y relativo cometido al expresar $\sqrt{5}$ como 2,24?

El error absoluto es: $E_{absoluto} = \lvert x - x_{verdadero} \rvert \Rightarrow E_{absoluto} = \lvert 2,24 - \sqrt{5} \rvert \Rightarrow \boxed{E_{absoluto} = 0,004}$

La medida se expresará como: $2,24 \pm 0,004$

El error relativo es: $E_{relativo} = \frac{E_{absoluto}}{x_{verdadero}} \Rightarrow E_{relativo} = \frac{0,004}{\sqrt{5}} \Rightarrow \boxed{E_{relativo} = 0,0018\ (0,18\ \%)}$

5.3. Error absoluto y relativo en medidas indirectas.

Cuando la medida es el resultado de una operación como por ejemplo el volumen de un cilindro o la suma de las áreas de diferentes parcelas se aplican las siguientes reglas:

- En sumas y restas de magnitudes homogéneas el resultado debe tener los mismos decimales que la cantidad con menos decimales, que es la que conlleva más error.
- En productos y divisiones de diferentes magnitudes (no de constantes) el resultado debe tener el mismo número de cifras significativas que la magnitud que menos tenga.

5.4. Tablas, gráficos y fórmulas.

Un experimento proporciona datos que se recogen en tablas. En una **tabla** se recogen en columnas las magnitudes que medimos y los valores obtenidos.

Con la información de las tablas se realizan representaciones gráficas. **Las gráficas** nos permiten interpretar los resultados y obtener relaciones de dependencia.

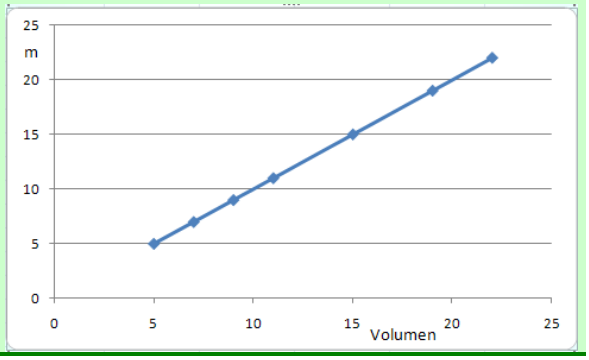
Las fórmulas son expresiones matemáticas de una ley científica.

Ejemplo: 8.

Queremos determinar la densidad de un determinado material. Para ello medimos la masa de distintas piezas del material y medimos también el volumen del líquido desalojado en una probeta. Representa la masa (ordenadas) en función del volumen (abscisas).

$$\boxed{d = \frac{m}{V}}$$

Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)
17,3	5	3,46
23,2	7	3,31
28,4	9	3,16
33,8	11	3,07
44,2	15	2,94
54,8	19	2,88
60,0	22	2,72
Media	=	3,08



6. El laboratorio.

6.1. Normas básicas para el trabajo en el laboratorio.

Lee con atención este texto, cópialo en tu cuaderno y cúmplelo cuando vayas al laboratorio.
La actividad el laboratorio implica un cierto riesgo, se requiere un cierto orden y precisión en la realización de cualquier trabajo experimental. Es necesario por tanto cumplir ciertas normas de funcionamiento en el laboratorio.

1. En el laboratorio no se corre. Trabaja en tu puesto de trabajo y las prendas de ropa no se dejan encima de las mesas, se cuelgan en las perchas. Lleva al laboratorio solamente el cuaderno de prácticas, bolígrafo y calculadora si hace falta.
2. Recógete el pelo si lo tienes largo y utiliza guantes y gafas de seguridad cuando te lo diga el profesor.
3. Lee el guión atentamente, copia en tu cuaderno el guión de la práctica y antes de comenzar comprueba que tienes todo lo que te hace falta, no toques nada que no corresponda a tu práctica. Cuando comprendas lo que hay que hacer empieza a trabajar, no antes. En caso de duda pregunta al profesor.
4. Solicita el material que te falte al profesor. No lo busques por tu cuenta. Ten muy presente los símbolos y advertencias que aparecen en los frascos de reactivos químicos.
5. Cuidado con los aparatos eléctricos. Ten las manos limpias y secas. No manipules aparatos eléctricos con las manos mojadas.
6. Cuidado con los líquidos, no los derrames. Los ácidos y bases deben manejarse con especial precaución, y mucho cuidado con derramar nitrato de plata.
7. Cuando calientes un tubo de ensayo hazlo por la parte superior del líquido, nunca por el fondo para evitar proyecciones y no orientes la boca del tubo hacia ninguna persona.
8. Evita respirar gases desconocidos (el profesor te indicará como se huelen las sustancias) y no pruebes ninguna sustancia.
9. Los reactivos no utilizados no los devuelvas al frasco, contaminarías todo el contenido. Coge cantidades pequeñas, solo lo que te haga falta.
10. Los materiales sólidos inservibles: cerillas, papel de filtro, vidrios rotos, reactivos insolubles... no los arrojes por la pila, deposítalos en el recipiente que a tal fin exista en el laboratorio. Si arrojas líquidos en las pilas, deja correr el agua. No eches ácidos concentrados ni líquidos corrosivos.
11. Los aparatos calientes se deben manipular con pinzas. Cuidado con las sustancias inflamables (lo indica en el frasco). Asegúrate de que no hay un mechero encendido cerca. En caso de heridas o quemaduras avisa inmediatamente al profesor.

12. Al finalizar comprueba que todo el material ha quedado limpio y en orden, los aparatos desconectados. Cierra las llaves del agua y apaga los mecheros.
13. Lava tus manos antes de salir del laboratorio.

Todas estas normas y alguna que otra de sentido común se resumen en tres:

a) Lee atentamente el guión para saber lo que tienes que hacer.
b) Si no sabes exactamente lo que vas a hacer consulta con el profesor hasta que lo tengas claro.
c) No hagas nada si no lo tienes claro, empezando por el apartado a) de nuevo.

7. Problemas: Las magnitudes y su medida

El método científico. Magnitudes y unidades. El sistema internacional de unidades

1. Indica las fases del método científico y explícalas brevemente.

2. De las siguientes magnitudes. Indica cuáles son fundamentales y cuáles son derivadas. Completa la lista con tres ejemplos más de cada tipo.

a) Longitud.
b) Volumen.
c) Temperatura.
d) Cantidad de sustancia.
e) Presión.
f) Aceleración.

3. Nombra y ordena, de mayor a menor, estos múltiplos y submúltiplos de la unidad fundamental de tiempo del Sistema Internacional: Ts, µs, Ms, ms, ks, cs.

4. Di cuál es la unidad de las siguientes magnitudes físicas en el SI: superficie, volumen, densidad, fuerza, presión, velocidad, aceleración.

5. Escribe la unidad de las siguientes magnitudes físicas en el SI.

a) Longitud
b) Tiempo
c) Masa
d) Intensidad de corriente
e) Energía
f) Temperatura

Notación científica.

6. Escribe en notación científica los siguientes datos, obtenidos al medir el valor de algunas magnitudes. Indica el orden de magnitud en cada caso.

a) Longitud = 0,00002 m.
b) Intensidad de corriente = 0,0035 A.
c) Tiempo = 560000 s.
d) Masa = 125000000 kg.
e) Temperatura = 1200 K.

7. Escribe en notación decimal los siguientes valores de ciertas medidas:

a) Longitud = $1{,}5\cdot10^{5}$ m.
b) Intensidad de corriente = $3{,}65\cdot10^{-2}$ A.
c) Tiempo = $6{,}2\cdot10^{3}$ s.
d) Masa = $2{,}45\cdot10^{-4}$ kg.
e) Temperatura = $2\cdot10^{2}$ K.
f) Superficie = $5{,}1\cdot10^{14}$ m^2.

8. Expresa en notación científica las siguientes cantidades:

a) 773,3448
b) 0,00298
c) 0,0000009
d) 698,0410
e) 78351368,43548
f) 0,00002
g) 4576320
h) 0,0000019
i) 74000000
j) 400000000
k) 0,079
l) 0,000000542

Cambio de unidades

9. Efectúa los cambios de unidades propuestos:

a) 1245 cm a m
b) 124 CV a W
c) 25500 g a kg
d) 7 días a s
e) 3824,6 W a CV
f) 20148 h a años
g) 135 km/h a m/s
h) 0,36 m^3 a dm^3

10. Las ondas electromagnéticas se caracterizan por sus valores de amplitud y frecuencia. Cuanto mayor es su frecuencia, más energéticas son y por tanto más peligrosas para la salud.

Ordena las siguientes ondas electromagnéticas de mayor a menor frecuencia (f), medida en hercios (Hz):

a) Rayos X: f = 10^{18} Hz.
b) Ondas de radio AM: f = 100 kHz.
c) Rayos gamma: f = 10^{10} THz.
d) Luz visible: f = 10^{14} Hz.
e) Microondas: f = 10^{11} Hz.
f) Radio FM y televisión: f = 100 MHz.
g) Luz ultravioleta: f = 10^{16} Hz.

11. Al igual que expresamos la equivalencia entre kilogramos y gramos de esta forma: 1 kg = 1000 g, escribe las siguientes equivalencias. ¿Qué magnitud medimos en cada caso?

a) Entre km y m.
b) Entre mA y µA.
c) Entre kmol y Gmol.
d) Entre ks y cs.
e) Entre Mg y hg.
f) Entre µcd y ncd.
g) Entre ds y µs.
h) Entre Tm y Gm.

12. Convierte en gramos estas cantidades:

a) 2.5 ng b) 2,5 µg c) 2,5 Mg d) 2,5 Gg

13. En este grupo, todas las masas son iguales, excepto una. ¿Cuál es la que no corresponde?

a) $m_1 = 5{,}8\cdot10^{4}$ µg b) $m_2 = 5{,}8\cdot10^{-4}$ kg c) $m_3 = 5{,}8\cdot10^{-1}$ dg d) $m_4 = 0{,}058$ g

14. Realiza las siguientes conversiones de unidades fundamentales:

a) Masa = 150 mg; exprésala en gramos,
b) Tiempo = 2500 s; exprésalo en megasegundos.
c) Intensidad de corriente = 0,0325 mA; exprésala en microamperios.
d) Longitud = 0,00062 Mm; exprésala en metros.
e) Intensidad luminosa = 2,56 ncd; exprésala en microcandelas.

15. Haz las siguientes conversiones de unidades derivadas:

a) Velocidad = 72 km/h; exprésala en metros por segundo.
b) Concentración = 1,5 mg/mL; exprésala en gramos por litro.
c) Superficie = 600000 m^2; exprésala en kilómetros cuadrados.

16. Convierte estas temperaturas en grados centígrados o en kelvin, según corresponda:

a) Temperatura normal de una persona: 36,5 °C.
b) Temperatura de solidificación del dióxido de carbono: 77,16 K.
c) Temperatura de ebullición del agua: 100 °C.
d) Temperatura en la Antártida: 223,16 K.

17. María está realizando un experimento en el laboratorio de Química. Mide con una probeta un volumen de agua de 75 cm^3 y lo coloca en un recipiente. Añade a ese mismo recipiente 5 mL de agua medidos con una pipeta y 2 cL de agua con ayuda de una bureta. ¿Cuál es el volumen total de agua que María ha añadido al recipiente? Expresa el resultado en litros.

18. Las distancias en el universo son enormes. Por eso, en lugar de utilizar las habituales unidades terrestres de longitud, se ha definido como unidad de longitud la distancia de la Tierra al Sol, a la que se denomina Unidad Astronómica (UA): 1 UA = 149600000000 m. ¿Cuál sería el valor de las siguientes distancias en UA?

a) Distancia desde el Sol a Plutón: $6\cdot10^{9}$ km.
b) Distancia desde el Sol a Júpiter: $7{,}8\cdot10^{8}$ km.
c) Diámetro de la estrella Betelgeuse: $4\cdot10^{8}$ km.

Cifras significativas. Redondeo. Error absoluto y relativo. Representaciones gráficas

19. Indica el número de cifras significativas que tienen las siguientes medidas:
a) Longitud = 0,0038 m.
b) Tiempo = 1840 s.
c) Intensidad de corriente = 5,006 A.
d) Volumen = 0,0601 m^3.
e) Velocidad = 50 km/h.

20. Señala las cifras significativas de las siguientes cantidades:

4,19	29,5750	0,000112	$5{,}610\cdot10^2$	$8{,}9700\cdot10^3$	$4{,}3\cdot10^4$
5,6870	$3{,}2979\cdot10^2$	12,45	$4{,}7000\cdot10^3$	0,00145	$5\cdot10^5$

21. Haz el redondeo de los siguientes resultados, de modo que queden expresados con tres cifras significativas:
a) Longitud = 1,235896 m.
b) Tiempo = 9,125482 s.
c) Cantidad de sustancia = 0,029532 mol.
d) Intensidad luminosa = 85,222152 cd.
e) Temperatura = 298,12468 K.

22. ¿En qué se diferencian el error absoluto y el error relativo? Pon un ejemplo en el que se obtengan y comparen ambos.

23. Hemos medido el alargamiento de un muelle al colgarle pesas de diferentes masas. Los resultados aparecen en la tabla:

Masa (g)	0	100	150	200	300
Alargamiento (m)	0	0,08	0,12	0,16	0,24

a) Construye una gráfica con los datos anteriores. Coloca la masa en el eje de abscisas y el alargamiento en el eje de ordenadas.
b) ¿Cómo es la dependencia entre ambas magnitudes? ¿Qué fórmula podrías proponer para expresarla?

24. La ley de la gravitación universal es una compleja expresión que relaciona la fuerza (F) de atracción que existe entre dos cuerpos de masas M y M' separados por una distancia r: $F = G\dfrac{M\cdot M'}{r^2}$ (G es un número llamado constante de gravitación universal). De esta fórmula, despeja: a) La masa M. b) la masa M'. c) La distancia r.

25. Dadas las siguientes leyes físicas despeja las variables que te indican:
a) $V = \dfrac{4}{3}\pi R^3$; despeja la R.
b) $v^2 = v_0^2 + 2ae$; despeja la e.
c) $\dfrac{1}{2}m\cdot v^2 = \dfrac{3}{2}k\cdot T$; despeja la v.
d) $F = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I_1\cdot I_2}{d}$; despeja la I_1 y d.
e) $A_T = 2\pi R^2 + 2\pi R\cdot h$; despeja la h.
f) $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$; despeja la l y g.

26. Al pesar 20,25 g de una sustancia obtenemos un valor de 20,21 g. calcula el error absoluto y el error relativo cometido.

Sol.: ±0.04 g; 0,2 %

27. Una báscula señala 67,2 kg como masa de una persona, cuya verdadera masa es de 67,85 kg. Calcula el error absoluto y relativo de la medida.

Sol.: 0,65 kg; $9{,}58\cdot10^{-3}$

28. Con un cronómetro hemos medido un tiempo de 9,8 s cuando el valor verdadero era de 9,790 s. Calcula el error absoluto y relativo de la medida. Explica la diferencia entre resolución y precisión de una medida.

Sol.: 0,01 s; 0,001

29. 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 ± 0,01) s; (10,00 ± 0,01) s; (14,50 ± 0,01) s.

30. Una báscula señala una masa de 68,5 kg para una persona cuya masa verdadera es de 68,45 kg. Calcula el error absoluto y el error relativo de la medida.

Sol.: 0,05 kg; $7,3\ 10^{-4}$

31. Un amperímetro señala una intensidad de corriente de 12 A. Si la intensidad de corriente verdadera que atraviesa el circuito es de 11,84 A, calcula el error absoluto y el error relativo de la medida.

Sol.: 0,16 A; $1,35.\ 10^{-2}$

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

Sol.: (11,99 ±0,01) mm

33. En un informe científico puede leerse como expresión completa de una medida (125 ±5) ml. Estima el error relativo de dicha medida.

Sol.: 0,04

Ampliación cambio de unidades

34. Realiza las siguientes transformaciones de unidades:

0,005 m^2 a cm^2	$3,6\cdot10^9$ μs a h
7,2 km/h a m/s	90 dam/min a km/h
1,4 g/cm^3 a kg/m^3	24,5 dg/L a g/cm^3
$5\cdot10^{-8}$ Mm a cm	1 billón de mL a hm^3
1000 cm^3 a L	205 m^2/h a cm^2/s

35. Expresa en unidades del Sistema Internacional:

$$3,6\cdot10^{-5}\,\frac{Mm\cdot h}{\min^2}=$$

$$2,5\cdot10^{6}\,\frac{\mu m^2\cdot dg}{nm\cdot kg}=$$

$$0,0065\,\frac{dag}{cm^3}=$$

$$2000\,\frac{dm^2}{mm\cdot dag}=$$

$$1,08\cdot10^{-7}\,\frac{Gs\cdot nm^2}{pm\cdot \min^2}=$$

$$4,3\,\frac{Ms\cdot hm^2}{h\cdot km\cdot dam}=$$