

Unidad 1 La ciencia y su método. Medida de magnitudes

EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Justifica si la siguiente afirmación puede constituir una hipótesis científica: “El agua tiene color rojo a la temperatura de 30 °C”.

Esta afirmación tiene coherencia lógica y se puede contrastar empíricamente, por lo que puede constituir una hipótesis científica válida, aunque sería refutada por la comprobación experimental.

2. ¿Cuándo una hipótesis se convierte en ley? Indica cuál es la forma habitual de expresar las leyes físicas y químicas.

Una hipótesis es una conjetura verosímil (sin contradicciones evidentes) susceptible de ser contrastada, mientras que una ley es una hipótesis confirmada. Las leyes físicas y químicas se expresan generalmente en lenguaje matemático.

3. Expresa en unidades del SI las siguientes cantidades, utilizando potencias de 10.

- a) 23 Gm b) 45 mA c) 12 ns
 a) $23 \text{ Gm} = 23 \cdot 10^9 \text{ m} = 2,3 \cdot 10^{10} \text{ m}$ b) $45 \text{ mA} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ A}$ c) $12 \text{ ns} = 12 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$

4. La intensidad luminosa de una pantalla TFT de un ordenador es de 0,5 kcd/cm². Indica su intensidad luminosa en:

- a) cd/cm² b) cd/m²
 a) $0,5 \text{ kcd/cm}^2 = 500 \text{ cd/cm}^2$ b) $0,5 \text{ kcd/cm}^2 = 0,5 \cdot \frac{10^3 \text{ (cd)}}{10^{-4} \text{ (m}^2\text{)}} = 5 \cdot 10^6 \text{ cd/m}^2$

5. El radio de un átomo de boro es 0,000 000 000 08 m.

- a) Exprésalo en nanómetros. b) Escribe en metros utilizando la notación científica.
 a) $0,000 \ 000 \ 000 \ 08 \text{ m} = 0,08 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,08 \text{ nm}$ b) $0,000 \ 000 \ 000 \ 08 \text{ m} = 8 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

6. Un amperímetro tiene una escala que aprecia décimas de amperio. Interpreta el siguiente resultado de una medida: 3,4 ± 0,1 A

La cifra ± 0,1 indica la incertidumbre de la medida, que coincide con la división más pequeña del instrumento.

7. Una barra de pan pesa 74,93 g. Expresa su peso con dos cifras significativas.

75 g

8. Indica en qué unidades se miden el error absoluto y el error relativo.

El error absoluto se mide con la misma unidad que la de la magnitud medida. El error relativo es un número sin unidades.

9. Cinco alumnos han medido la altura de un compañero y han obtenido las siguientes medidas: 163 cm, 162 cm, 164 cm, 164 cm y 162 cm. Determina el valor más probable de su altura y halla el error absoluto y el relativo de cada medida.

$$\text{El valor medio de las medidas es: } \bar{x} = \frac{18,4 + 17,9 + 18,1 + 18,3 + 18,6}{5} = 18,3 \text{ s}$$

Se toma como valor exacto el valor medio de las medidas. Con ello, el error absoluto y el error relativo de cada medida son:

$$\epsilon_{a1} = x_1 - \bar{x} = 163 - 163 = 0; \quad \epsilon_{r1} = \frac{|\epsilon_{a1}|}{\bar{x}} = \frac{0}{163} = 0 \Rightarrow 0\%$$

$$\epsilon_{a2} = x_2 - \bar{x} = 162 - 163 = -1 \text{ cm}; \quad \epsilon_{r2} = \frac{|\epsilon_{a2}|}{\bar{x}} = \frac{1}{163} = 0,006 \Rightarrow 0,6\%$$

$$\epsilon_{a3} = x_3 - \bar{x} = 164 - 163 = 1 \text{ cm}; \quad \epsilon_{r3} = \frac{|\epsilon_{a3}|}{\bar{x}} = \frac{1}{163} = 0,006 \Rightarrow 0,6\%$$

$$\epsilon_{a4} = x_4 - \bar{x} = 164 - 163 = 1 \text{ cm}; \quad \epsilon_{r4} = \frac{|\epsilon_{a4}|}{\bar{x}} = \frac{1}{163} = 0,006 \Rightarrow 0,6\%$$

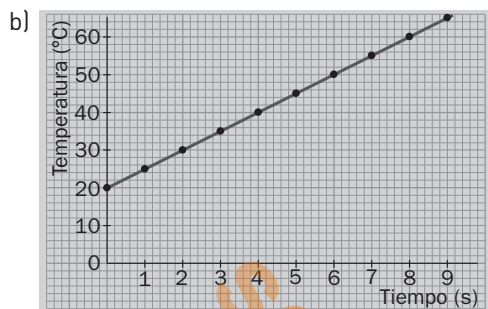
$$\epsilon_{a5} = x_5 - \bar{x} = 162 - 163 = -1 \text{ cm}; \quad \epsilon_{r5} = \frac{|\epsilon_{a5}|}{\bar{x}} = \frac{1}{163} = 0,006 \Rightarrow 0,6\%$$

En el caso del error relativo no interesa el signo, por lo que se han tomado valores absolutos.

10. Queremos medir la variación de temperatura de una cierta cantidad de agua, que estamos calentando en el laboratorio. Recogemos medidas del termómetro cada segundo y obtenemos los siguientes valores: 20 °C, 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, 50 °C y 55 °C.

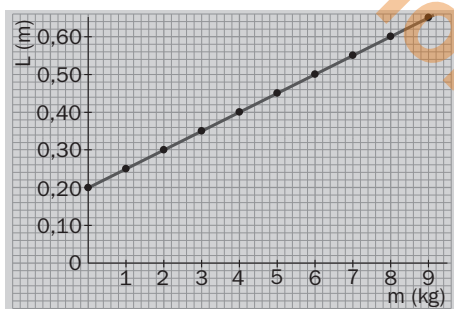
- a) Identifica las variables del problema y ordena los datos en una tabla.
 - b) Representa los datos en una gráfica.
 - c) Determina gráficamente cuándo alcanzará el agua los 80 °C y qué temperatura tendrá a los 15 s.
- a) Las variables son la temperatura del agua y el tiempo. La tabla de los valores medidos es:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50	55



c) De forma gráfica se puede determinar que el agua alcanzará la temperatura de 80 °C para $t = 12$ s; del mismo modo, se determina que para $t = 15$ s la temperatura del agua será 95 °C.

11. La longitud, L , de un muelle del que cuelga una masa, m , es: $L = 0,20 + 0,05 m$, donde L se mide en metros y m en kilogramos. Representa gráficamente esta expresión e interpreta la gráfica.



m (kg)	L (m)
0	0,20
1	0,25
2	0,30
3	0,35
4	0,40
5	0,45
6	0,50
7	0,55
8	0,60
9	0,65

La longitud L del muelle varía con la masa m según la expresión anterior; si no se cuelga ninguna masa del muelle ($m = 0$), la longitud natural del muelle es 0,20 m.

12. En el ejercicio anterior:

- a) Identifica la variable dependiente y la variable independiente.
- b) Explica por qué se denominan así.

La variable independiente es la masa m , porque sus valores pueden ser determinados en el experimento. La variable dependiente es la longitud L , porque sus valores dependen en cada momento del valor de la masa m .

TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. Indica con cuántas cifras significativas se ha expresado cada medida realizada en la experiencia.

Con el cronómetro: hasta 4 cifras significativas (dependiendo del tiempo medido).

Con la regla graduada, que mide hasta milímetros: hasta 3 cifras significativas (dependiendo de la longitud medida).

Con el calibrador, dependerá de la precisión del instrumento de medida.

2. Anota la incertidumbre de cada uno de los instrumentos de medida que has utilizado.

La precisión de un instrumento de medida es el valor mínimo de la magnitud que puede apreciar.

ACTIVIDADES

13. Razona cuáles de las siguientes hipótesis pueden considerarse científicas y cuáles no:

- a) La presión atmosférica depende de la temperatura del aire.
 - b) Los astros ejercen una influencia sobre los seres humanos que no se puede detectar por medios físicos.
 - c) Los cuerpos materiales son metales o no lo son.
 - d) El brillo de una bombilla depende del número de personas que se hallen en la habitación.
 - e) Si se observa durante un tiempo suficiente, se verá la fusión de un bloque de hielo.
- a) Sí, porque es una conjetura verosímil (sin contradicciones evidentes) susceptible de contrastación experimental.
 b) No, porque no es susceptible de contrastación experimental.
 c) No, porque es una afirmación sin contenido informativo y que no explica nada, pues es cierta en todos los casos.
 d) Sí, porque es una conjetura verosímil (sin contradicciones evidentes) susceptible de contrastación experimental. Otra cuestión es que sea refutada por los datos experimentales.
 e) No, porque no es susceptible de refutación experimental: siempre se puede argumentar que si no se ha visto la fusión del hielo es porque no se ha observado el tiempo suficiente.

14. Señala cuáles serían las variables independientes, las variables dependientes y las variables controladas en la comprobación experimental de cada una de las siguientes hipótesis:

- a) Si se mantiene la temperatura constante, el volumen de un gas disminuye a medida que aumenta la presión.
 - b) Si se mantiene la presión constante, el volumen de un gas aumenta si aumenta la temperatura.
 - c) Para un grosor determinado, la resistencia eléctrica de un alambre conductor aumenta al aumentar su longitud.
 - d) Para una temperatura dada, el grado de humedad del aire depende de la velocidad del viento.
- a) Variable independiente: presión; variable dependiente: volumen; variable controlada: temperatura.
 b) Variable independiente: temperatura; variable dependiente: volumen; variable controlada: presión.
 c) Variable independiente: longitud; variable dependiente: resistencia eléctrica; variable controlada: grosor.
 d) Variable independiente: velocidad del viento; variable dependiente: grado de humedad del aire; variable controlada: temperatura.

16. Expresa en unidades del SI las siguientes medidas:

- a) El grosor de una hoja de papel es 50 μm .
 - b) La masa de una barra de pan es 120 g.
 - c) Un ciclista tarda 1 min 22 s en recorrer una distancia de 1 km.
 - d) Una revista tiene un área de 390 cm^2 .
 - e) El volumen de una lata de bebida es 333 cm^3 .
 - f) El volumen del líquido contenido en una botella de agua mineral es 75 mL.
 - g) Un peatón camina con una velocidad de 90 cm/s .
 - h) Un automóvil lleva una velocidad de 90 km/h .
- a) $50 \mu\text{m} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
 b) $120 \text{ g} = 0,120 \text{ kg}$
 c) $1 \text{ min } 22 \text{ s} = 60 \text{ s} + 22 \text{ s} = 82 \text{ s}$
 d) $390 \text{ cm}^2 = 390 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,90 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
 e) $333 \text{ cm}^3 = 333 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 f) $75 \text{ mL} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 75 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
 g) $90 \text{ cm/s} = 90 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} = 0,90 \text{ m/s}$
 h) $90 \text{ km/h} = \frac{90000 \text{ (m)}}{3600 \text{ (s)}} = 25 \text{ m/s}$

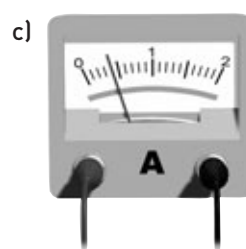
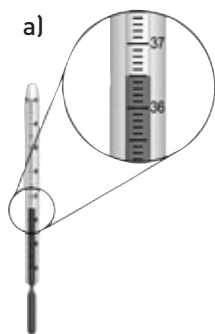
17. El Sistema Internacional (SI) tiene unidades básicas y unidades derivadas. Consulta la página web www.e-sm.net/fq3eso19 y clasifica las siguientes unidades en básicas y derivadas.

- a) Metro cuadrado.
- c) Metro por segundo.
- e) Vatio.
- a) Kilogramo.
- d) Kelvin.
- f) Julio.

Unidades básicas: kilogramo, kelvin.

Unidades derivadas: metro cuadrado, metro por segundo, vatio, julio.

18. Para cada instrumento de medida, escribe la medida correspondiente con su incertidumbre.



a) $36,5 \pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$

b) $24,08 \pm 0,01 \text{ s}$

c) $0,4 \pm 0,1 \text{ A}$

19. Indica cuántas cifras significativas tienen las siguientes medidas.

- a) Un atleta ha tardado 10,00 s en correr 100 m.
 - b) La longitud de un bolígrafo es 0,141 m.
 - c) La masa de un camión es 7200 kg.
 - d) Una pila de bolsillo da una tensión de 1,5 V.
- a) 4 cifras significativas; los ceros después de la coma decimal son significativos.
 b) 3 cifras significativas.
 c) 2 cifras significativas; los dos últimos ceros no son significativos.
 d) 2 cifras significativas.

20. Indica cuál es la incertidumbre de los siguientes aparatos de medida.

- a) Una cinta métrica.
 - b) El cronómetro de un reloj digital de pulsera.
 - c) El reloj digital de un microondas.
 - d) Una balanza utilizada en una frutería.
 - e) Una balanza instalada en una farmacia para medir el peso de las personas.
 - f) Un termómetro de mercurio para medir la fiebre.
 - g) Un termómetro instalado en la calle para medir la temperatura ambiente.
 - h) Un dinamómetro graduado en décimas de newton.
 - i) Una probeta graduada en mililitros (mL).
- a) 1 cm (en algunas cintas, 1 mm). d) 10 g (en modelos habituales). g) $1 \text{ }^\circ\text{C}$
 b) 0,1 s o 0,01 s según el tipo de reloj. e) 100 g (en modelos habituales). h) 0,1 N
 c) 1 s f) $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ i) 1 mL

21. Expresa en notación científica las siguientes medidas:

- a) La distancia de la Tierra a la Luna: 384 000 km.
 - b) La masa del peso utilizado en las pruebas de atletismo: 7257 g.
 - c) El récord de la prueba de 200 metros libres en las Olimpiadas de 2000: 19,30 s.
 - d) El consumo mensual de electricidad en una vivienda: 1700 kilovatios-hora (kWh).
- a) $d = 384\,000 \text{ km} = 3,84 \cdot 10^5 \text{ km}$ c) $19,30 \text{ s} = 1,930 \cdot 10^1 \text{ s}$
 b) $7257 \text{ g} = 7,257 \cdot 10^3 \text{ g}$ d) $1700 \text{ kWh} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ kWh}$

22. Redondea a dos decimales las siguientes medidas:

- a) Un nadador ha recorrido la distancia de 50 m en un tiempo de 27,548 s.
 - b) La longitud de una pila alcalina AA es 0,0485 m.
 - c) La masa del peso utilizado en las pruebas de atletismo es 7,257 kg.
 - d) La masa de un balón de fútbol es 0,432 kg.
 - e) La superficie de una mesa es $1,621 \text{ m}^2$.
 - f) La potencia de una estufa eléctrica es 1,812 kilovatios (kW).
- Si el tercer decimal es 5 o mayor que 5, se aumenta una unidad el segundo decimal. Si es menor que 5, no se altera el segundo decimal:
- a) 27,55 s b) 0,05 m c) 7,26 kg d) 0,43 kg e) $1,62 \text{ m}^2$ f) 1,81 kW

23. Bartolomé ha medido las dimensiones de una moneda de 5 céntimos de euro con un calibrador que aprecia décimas de milímetro y ha obtenido las siguientes medidas: diámetro, 21,3 mm; grosor, 1,7 mm.

Después ha encontrado en la página web de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre que las medidas exactas de esa moneda son 21,25 mm de diámetro y 1,67 mm de grosor.

- a) Calcula los errores absolutos de sus medidas.
- b) Halla los respectivos errores relativos.
- c) De las medidas de Bartolomé, ¿cuál tiene más calidad, la del diámetro o la del grosor?

El error absoluto y el error relativo de cada medida son:

Diámetro de la moneda: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 21,3 - 21,25 = 0,05 \text{ mm}$; $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,05}{21,25} = 0,00235 \Rightarrow 0,24\%$

Grosor de la moneda: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 1,7 - 1,67 = 0,03 \text{ mm}$; $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,03}{1,67} = 0,0180 \Rightarrow 1,80\%$

Tiene mayor calidad la medida de la longitud de la moneda porque el error relativo cometido es menor.

25. Expresa con un número adecuado de cifras significativas las siguientes medidas.

- a) La masa (el peso) de un equipaje formado por tres maletas de 14,53 kg, 7,4 kg y 2 kg.
 - b) La longitud final de un cable que medía inicialmente 45,62 m y al que se le han recortado 17,3 m.
 - c) La superficie de una mesa que tiene 0,65 m de ancho y 1,32 m de largo.
 - d) La velocidad de un automóvil que recorre 75,64 m en 3,5 s.
- a) $14,53 + 7,4 + 2 = 23,93$. Como el resultado no debe tener más números a la derecha de la coma decimal que el dato que menos decimales tenga (2, que no tiene ningún decimal), se expresaría el resultado como 24 kg.
- b) $45,62 - 17,3 = 28,32$. Por tanto, se expresaría el resultado como 28,3 m.
- c) $0,65 \cdot 1,32 = 0,858$. Como el resultado no debe superar en cifras significativas al dato con menor número de ellas (0,65), se expresaría el resultado como 0,86 m².
- d) $\frac{75,64}{3,5} = 21,611$. Como el resultado no debe superar en cifras significativas al dato con menor número de ellas (3,5), se expresaría el resultado como 22 m/s.

26. Cinco compañeros han medido simultáneamente el tiempo de caída de una piedra desde una cierta altura, anotando los resultados obtenidos por cada uno:

$$2,1 \text{ s}; 2,3 \text{ s}; 2,2 \text{ s}; 2,5 \text{ s}; 2,4 \text{ s}.$$

- a) ¿Cuál es el tiempo de caída más probable?
- b) Determina el error absoluto de cada medida.

a) El valor más probable del tiempo de caída de la piedra es: $\bar{x} = \frac{2,1 + 2,3 + 2,2 + 2,5 + 2,4}{5} = 2,3 \text{ s}$

b) Se toma como valor exacto el valor medio de las medidas. Así, el error absoluto cometido por cada observador es:

$$\epsilon_{a1} = x_1 - \bar{x} = 2,1 - 2,3 = -0,2 \text{ s} \quad \epsilon_{a2} = x_2 - \bar{x} = 2,3 - 2,3 = 0 \quad \epsilon_{a3} = x_3 - \bar{x} = 2,2 - 2,3 = -0,1 \text{ s}$$

$$\epsilon_{a4} = x_4 - \bar{x} = 2,5 - 2,3 = 0,2 \text{ s} \quad \epsilon_{a5} = x_5 - \bar{x} = 2,4 - 2,3 = 0,1 \text{ s}$$

27. Expresa correctamente en kilogramos la masa del aire contenido en una habitación que mide 4,5 m × 3,42 m × 2,68 m. Dato: la densidad del aire es 1,29 kg/m³.

La masa de aire de la habitación es el producto de su volumen (largo × ancho × alto) por la densidad del aire:

Masa: $m = [4,5 \cdot 3,42 \cdot 2,68] \cdot 1,29 = 4,5 \cdot 3,42 \cdot 2,68 \cdot 1,29 = 53,206308$. Como el resultado no debe superar en cifras significativas al dato con menor número de ellas (4,5), se expresaría el resultado como: $m = 53 \text{ kg}$.

28. Justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) En el SI, el kilogramo es la masa de un litro de agua a 0 °C.
- b) El metro es la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París.
- c) La precisión de un instrumento está relacionada con su sensibilidad.
- d) La precisión de una cinta métrica es 1 mm.
- e) La masa se mide con la balanza.
- f) El error de paralaje es un error aleatorio.

- a) Falsa. El kilogramo es la masa de un cilindro patrón de platino-iridio que se guarda en Sèvres (Francia).
- b) Falsa. El metro es la longitud recorrida por la luz en el vacío en $1/299\,792\,458$ s.
- c) Verdadera. La precisión de un instrumento es una cualidad relacionada con la sensibilidad.
- d) Verdadera. La precisión de alguna cinta métrica es 1 mm.
- e) Verdadera. La balanza es un instrumento para medir la masa de los cuerpos.
- f) Falsa. El error de paralaje es un error sistemático.

29. Al medir la longitud de un campo de fútbol de 101,56 m se ha obtenido 102 m y al medir el espesor de un libro de 3,24 cm se ha obtenido 32 mm. Determina cuál de las dos medidas tiene mayor calidad.

El error absoluto y el error relativo de cada medida son:

Longitud del campo de fútbol: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 102 - 101,56 = 0,44$ m; $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,44}{101,56} = 0,0043 \Rightarrow 0,43\%$

Espesor del libro: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 32,4 - 32 = 0,4$ mm; $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,4}{32,4} = 0,0123 \Rightarrow 1,23\%$

Tiene mayor calidad la medida de la longitud del campo de fútbol porque el error relativo cometido es menor.

30. Carlos, Diana y Elena han medido la longitud de una mesa con una cinta métrica y han obtenido, respectivamente, las siguientes medidas:

120,0 cm; 119,3 cm; 119,1 cm.

Una medida precisa de la mesa había dado anteriormente una longitud de 119,6 cm. Si se considera esta medida como exacta:

- a) Calcula el error absoluto y el error relativo de cada medida e indica la mejor de las tres.
- b) Calcula qué longitud de la mesa hubieran considerado como más probable estas personas.

a) El error absoluto y el error relativo de cada medida son:

$\epsilon_{a1} = x_1 - \bar{x} = 120,0 - 119,6 = 0,4$ cm; $\epsilon_{r1} = \frac{|\epsilon_{a1}|}{\bar{x}} = \frac{0,4}{119,6} = 0,0033 \Rightarrow 0,33\%$

$\epsilon_{a2} = x_2 - \bar{x} = 119,3 - 119,6 = -0,3$ cm; $\epsilon_{r2} = \frac{|\epsilon_{a2}|}{\bar{x}} = \frac{0,3}{119,6} = 0,0025 \Rightarrow 0,25\%$

$\epsilon_{a3} = x_3 - \bar{x} = 119,1 - 119,6 = -0,5$ cm; $\epsilon_{r3} = \frac{|\epsilon_{a3}|}{\bar{x}} = \frac{0,5}{119,6} = 0,0042 \Rightarrow 0,42\%$

La mejor medida es la de Diana, 119,3 cm, porque es la que tiene un error relativo menor (0,25%).

b) Habrían tomado el valor medio de las tres medidas: $\bar{x} = \frac{120,0 + 119,3 + 119,1}{3} = 119,5$ cm

31. Construye una tabla de datos a partir de cada una de las siguientes expresiones y represéntalas:

- a) La distancia recorrida por un automóvil en los primeros segundos de su movimiento es $e = 0,42t^2$ (e expresado en metros y t en segundos).
- b) El alargamiento, x , de un muelle del que se cuelga una masa, m , es $x = 0,02 m$ (x en metros y m en kilogramos).
- c) El volumen de gas encerrado en un depósito con un émbolo móvil (a temperatura constante) se relaciona con su presión con la expresión $V = \frac{20}{p}$ (V en litros y p en atmósferas).

a)

e (m)	0,42	0,95	1,68	2,63	3,78	5,15	6,72	8,51
t (s)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5

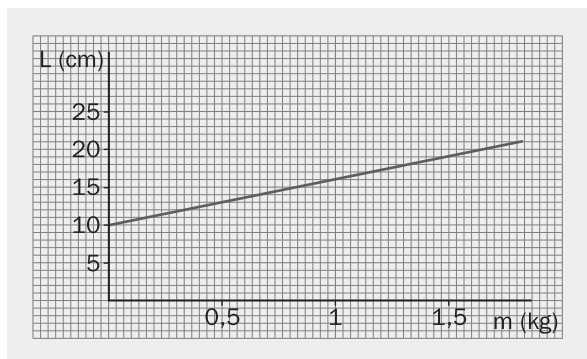
b)

x (m)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
m (kg)	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5

c)

V (L)	20	10	6,7	5	4	3,3	2,9	2,5
p (atm)	1	2	3	4	5	6	7	8

32. La gráfica siguiente representa la longitud de un muelle en función de la masa de él suspendida.



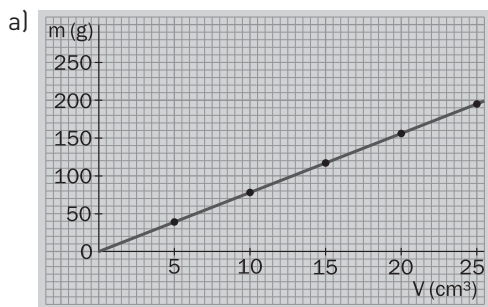
- a) Identifica el tipo de función matemática al que corresponde esta gráfica.
- b) ¿Cuál es la longitud natural del muelle (sin colgar de él ningún peso)?
- c) Indica la longitud del muelle si se suspende de él una masa de 0,5 kg.
- d) Escribe la función matemática que expresa la relación entre las variables.

- a) Función afín.
- b) $L_0 = 10$ cm
- c) $L = 13$ cm
- d) $L = 10 + 6m$ (L en cm, m en kg).

34. La tabla siguiente recoge la masa (en gramos) de un metal para distintos volúmenes (en centímetros cúbicos) del mismo.

Masa	39	78	117	156	195
Volumen	5	10	15	20	25

- a) Representa gráficamente estos valores.
- b) Halla para ese metal la constante de proporcionalidad entre la masa y el volumen.
- c) Calcula la masa de 12 cm^3 de este metal.



- b) El cociente entre cada pareja de valores es 7,8. Por tanto: $m \text{ (g)} = 7,8V \text{ (cm}^3\text{)}$
- c) $m = 7,8 \cdot 12 = 94$ g

35. Justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) La gráfica correspondiente a una función inversa es una parábola.
 - b) En cada eje de una gráfica debe indicarse la magnitud y la unidad que se mide.
 - c) El trazado de una gráfica debe pasar por todos los puntos que se han dibujado.
 - d) Las representaciones gráficas facilitan encontrar relaciones entre las variables investigadas.
- a) Falsa. La gráfica correspondiente a la función inversa es una hipérbola.
 - b) Verdadera. Para interpretar una gráfica es necesario conocer las magnitudes representadas y las unidades utilizadas.
 - c) Falsa. La línea que mejor se ajusta a los puntos no pasa por todos ellos; lo importante es que se ajuste al conjunto de todos, promediándolos por encima y por debajo.
 - d) Verdadera. Muchas veces es difícil advertir la relación entre las variables hasta que se representan gráficamente.

36. Gloria está interesada en comprobar las propiedades físicas de la moneda de 1 euro. En primer lugar, ha consultado en internet las características de esta moneda y ha anotado los valores oficiales establecidos:

Diámetro: 23,25 mm

Grosor: 2,33 mm

Masa: 7,50 g

- a) Expresa estos valores en unidades del SI.
- b) Señala las cifras significativas de cada uno de ellos.

A continuación, Gloria se ha propuesto comprobar por sí misma las características de estas monedas. Ha medido y pesado en el laboratorio una moneda de 1 euro y ha obtenido los siguientes resultados:

Diámetro: 23,3 mm

Grosor: 2,3 mm

Masa: 7,48 g

- c) Indica los aparatos de medida que ha utilizado Gloria para obtener estos valores.
- d) Determina cuál es la precisión de estos aparatos.
- e) Halla el error absoluto cometido por Gloria en la medida del diámetro, del grosor y de la masa de la moneda de 1 euro.
- f) Calcula los correspondientes errores relativos.
- g) ¿Cuál de las tres características ha sido medida por Gloria con mayor calidad?

Después Gloria quiere calcular el volumen de una moneda de 1 euro. En primer lugar, halla el volumen a partir de los valores oficiales de la moneda mediante la expresión $V = \pi r^2 h$ (r es el radio y h el grosor). Utilizando una calculadora, obtiene como resultado de la operación $989,217332 \text{ mm}^3$.

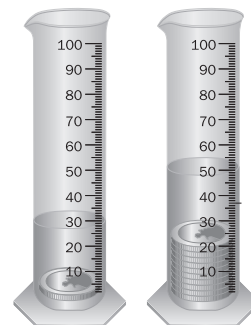
- h) Escribe este resultado utilizando un número apropiado de cifras significativas.
- i) Exprésalo en unidades del SI.

A continuación, Gloria calcula el volumen utilizando la misma expresión pero usando sus propias medidas. Con ellas, obtiene con la calculadora un valor de $980,685061 \text{ mm}^3$ para el volumen de la moneda.

- j) Escribe este resultado utilizando un número apropiado de cifras significativas y exprésalo en unidades del SI.
- k) Calcula el error absoluto del valor hallado por Gloria a partir de sus medidas y su correspondiente error relativo.

Gloria desea contrastar estos valores midiendo directamente el volumen de una moneda de 1 euro.

Para ello toma una probeta graduada de 10 en 10 mL y vierte en ella 50 mL de agua. Introduce seguidamente en el agua 10 monedas de 1 euro y observa que el nivel del agua en la probeta sube hasta 60 mL.



- l) ¿Cuál es la precisión de la probeta utilizada?
- m) ¿Cuál es la incertidumbre de las medidas de volumen realizadas con esta probeta?
- n) ¿Por qué Gloria ha sumergido 10 monedas en el agua en lugar de sumergir una sola?
- o) ¿Qué valor del volumen de la moneda de 1 euro ha obtenido Gloria en esta medida directa?
- p) ¿Qué error absoluto y relativo tiene esta medida del volumen?
- q) Señala qué medida tiene mayor calidad de las realizadas por Gloria, la directa o la indirecta.

Finalmente, Gloria consulta la composición de esta moneda en la web del Banco de España a través del enlace: www.e-sm.net/fq3eso20

r) ¿Qué información ha obtenido Gloria en esta búsqueda?

- a) Diámetro: $23,25 \text{ mm} = 2,325 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ Grosor: $2,33 \text{ mm} = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ Masa: $7,50 \text{ g} = 7,50 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
- b) Diámetro: 4 c.s.; grosor: 3 c.s.; masa: 3 c.s. (Los ceros del final, después de la cifra decimal son significativos).
- c) Para las medidas de longitud, apreciando décimas de milímetro, el nonius o el calibrador. Para la de masa, la balanza.

- d) Del nonius, 0,1 mm; de la balanza, 0,01 g.
- e) Diámetro: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 23,3 - 23,25 = 0,05 \text{ mm}$

Grosor: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 2,3 - 2,33 = -0,03 \text{ mm}$

Masa: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 7,48 - 7,50 = -0,02 \text{ g}$

f) Diámetro: $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,05}{23,25} = 0,00215; 0,22\%$

Grosor: $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,03}{2,33} = 0,0129; 1,29\%$

Masa: $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{0,02}{7,50} = 0,0027; 0,27\%$

- g) La medida del diámetro, porque es la que tiene el menor error relativo.
- h) Como el resultado no debe superar en cifras significativas al dato con menor número de ellas (2,33 y 7,50), se expresaría el resultado como: $V = 989 \text{ mm}^3$.
- i) $989 \text{ mm}^3 = 989 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 = 9,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$
- j) Redondeando correctamente: $981 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 = 9,81 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$
- k) Error absoluto: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 981 - 989 = -8 \text{ mm}^3$ Error relativo: $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{8}{989} = 0,0081; 0,81\%$
- l) La precisión de la probeta es el valor mínimo de volumen que puede apreciar: 10 mL.
- m) La incertidumbre es el máximo error con el que viene afectada la medida del volumen con la probeta: $\pm 10 \text{ mL}$.
- n) Con este procedimiento tiene menos incidencia en la medida final el posible error de paralaje. Además, si mide el desplazamiento de una sola moneda, tendría una medida inferior a la precisión del aparato, por lo que no sería una medida apreciable ni fiable.
- o) Las diez monedas han desplazado 10 mL de agua (60 mL – 50 mL). Por tanto, el volumen de una moneda es 1 mL.
- p) El volumen de una moneda (1 mL) es igual a 1000 mm^3 . Por tanto:
 Error absoluto: $\epsilon_a = x - \bar{x} = 1000 - 989 = 11 \text{ mm}^3$ Error relativo: $\epsilon_r = \frac{|\epsilon_a|}{\bar{x}} = \frac{11}{989} = 0,0111; 1,11\%$
- q) medida directa tiene mayor calidad (0,81%) que la indirecta (1,11%), porque su error relativo es menor.
- r) Composición: parte externa, níquel-latón; parte interna, cobre-níquel-níquel-cobre-níquel.

PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

APLICA LO APRENDIDO.

Cómo se trabaja en el laboratorio

1. Explica el significado de los siguientes términos (puedes ayudarte con el diccionario): tóxico, corrosivo, irritante, inflamable.

Tóxico: Sustancia cuya inhalación e ingestión, o absorción cutánea en pequeña cantidad, puede conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales.

Corrosivo: Sustancia que destruye el tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta.

Irritante: Sustancia que, sin ser corrosiva, puede producir inflamaciones en caso de un contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.

Inflamable: Sustancia que, por la acción breve de una fuente de calor, puede quemarse fácilmente y luego continuar quemándose o permanecer incandescente.

2. ¿Qué símbolo indica los productos peligrosos para el medio ambiente?



3. Indica qué magnitudes se miden con los siguientes instrumentos habituales en un laboratorio: cinta métrica, balanza analítica, cronómetro, probeta, pipeta, matraz aforado, termómetro, voltímetro y dinamómetro.

Cinta métrica: longitud; balanza analítica: masa; cronómetro: tiempo; probeta, pipeta y matraz aforado: volumen; termómetro: temperatura; voltímetro: diferencia de potencial y dinamómetro: fuerza.

6. Analiza el contenido del siguiente vídeo realizado por Carl Sagan para la serie *Cosmos* en: <http://www.esm.net/fq3eso22> y contesta:

- a) ¿Qué características del conocimiento científico se describen y valoran en este vídeo?
- b) Investiga sobre la vida y obra de Carl Sagan y valora su importancia como divulgador científico.
- a) Todas las suposiciones deben ser examinadas críticamente. Todo lo que no sea coherente con los hechos debe ser descartado o revisado. La ciencia es una herramienta que se corrige a sí misma. Se debe hacer un reconocimiento preliminar de lo que se quiere investigar; valorar las observaciones y respetar los hechos aunque parezcan estar en contra del saber convencional. Los científicos tienen cada vez mayor capacidad de visión, porque se apoyan en descubrimientos anteriores. La ciencia solo nos revela lo que ya existe.
- b) Carl Sagan a muy temprana edad ya se interesó por el cosmos y el porqué de todas las cosas, lo que más tarde le llevó a ser un pionero y un popular astrónomo, exobiólogo y divulgador científico. Toda su vida intentó acercar la ciencia, mostrándola como una manera de pensar y descubrir el mundo. En reconocimiento a su labor científica y de divulgación se le otorgaron numerosos premios por sus aportaciones al pensamiento humano.

LEE Y COMPRENDE.**El vuelo de los murciélagos**

1. **¿Qué sorprende en el vuelo de los murciélagos?**
La gran velocidad a la que cambian de dirección evitando los obstáculos y sin luz.
2. **¿Cómo se demuestra que los ojos de los murciélagos no son más eficaces por la noche?**
Soltando un grupo de murciélagos en una habitación a oscuras, que contenga obstáculos, y midiendo de alguna manera su habilidad para evitarlos. Luego se suelta en la habitación a los mismos murciélagos, pero con los ojos vendados.
3. **¿Cómo se demuestra que los oídos de los murciélagos están relacionados con su facilidad para volar evitando los obstáculos?**
Se puede comprobar esta hipótesis tapando los oídos de los murciélagos antes de soltarlos en el laboratorio de la prueba.
4. **¿Qué teoría sobre los animales cuestionan los murciélagos con su vuelo?**
La teoría de que los animales, al igual que los seres humanos, ven con los ojos.
5. **¿Por qué se dice en el texto que “hay necesidad de utilizar de nuevo la imaginación”?**
Porque hay que buscar una nueva conjetura, hipótesis o suposición.
6. **¿Por qué los murciélagos amordazados chocan con los obstáculos al volar?**
Porque no pueden emitir chillidos, con lo que no existirá un eco que puedan escuchar al rebotar en los objetos sólidos.
7. **¿Cómo se podría medir “de alguna manera su habilidad para evitar los obstáculos”?**
Contando el número de veces que un murciélago cambia de dirección en un tiempo determinado.
8. **Explica (con la ayuda del diccionario) las palabras: eco, conjetura, suposición, falsada, plausible.**
Eco: Repetición de un sonido reflejado por un cuerpo duro.
Conjetura: Juicio que se forma de las cosas o acaecimientos por indicios y observaciones.
Suposición: Aquello que se da por sentado.
Falsada: Se dice de una teoría cuando se descubre un hecho que la desmiente.
Plausible: Atendible, admisible, recomendable.
9. **Los murciélagos vuelan con facilidad evitando los obstáculos porque:**
 - a) Tienen los ojos débiles.
 - b) Vuelan en la oscuridad.
 - c) Vuelan a baja velocidad.
 - d) Oyen el eco de sus propios chillidos.

La respuesta correcta es la d).
10. **Enumera las sucesivas hipótesis, suposiciones o conjeturas que se han formulado en el texto sobre el vuelo de los murciélagos.**
 1. Los murciélagos, al igual que otros animales, ven con los ojos.
 2. Los oídos de los murciélagos tienen que ver, de algún modo, con su capacidad para evitar los obstáculos.
 3. El murciélago escucha el eco de sus propios chillidos, que rebotan en los objetos sólidos.
11. **Describe brevemente las etapas del método científico que se han seguido en la investigación descrita sobre el vuelo de los murciélagos.**
El primer paso ha sido delimitar el problema de investigación, para lo que se ha observado, de forma sistemática, un comportamiento y se ha intentado reproducir en el laboratorio identificando las variables pertinentes.
En segundo lugar, se han formulado algunas suposiciones o conjeturas previas sobre las causas del fenómeno (previamente se habrá recabado información acerca del problema que se quiere estudiar).
Posteriormente se han comprobado las hipótesis, diseñando experiencias que permitan conseguir las medidas necesarias y se han determinado las variables dependientes e independientes.
Por último se ha establecido una teoría que explica el comportamiento estudiado.