


## 2 La Física y la Química

### Página 13


7.  De los siguientes cambios, razona cuáles son físicos y cuáles químicos: a) La dilatación de un metal. b) Se evapora el alcohol. c) La fruta madura. d) Una piedra cae. e) La leche se agria.

Los cambios físicos son aquellos en los que no cambia la naturaleza química de la sustancia. Por tanto, aquí incluiremos la dilatación de un metal, la evaporación de alcohol y la caída de una piedra.

Los cambios químicos son aquellos en los que sí cambia la naturaleza química de la sustancia. Así, en este caso diremos que son cambios químicos la maduración de la fruta y la leche que se agria.

### Trabaja con las imágenes

Fíjate en las imágenes y, apoyándote en tus conocimientos previos, responde a estas preguntas:

- Si en vez de arrugar o quemar el papel lo cortamos por la mitad con una tijera, el cambio producido, ¿es físico o químico?
- ¿Qué sustancias se obtienen al quemar el papel?
- Aparte de quemarlo, ¿qué podemos hacer al papel para que sufra un cambio químico?
- Es un cambio físico, pues no hay cambio en la naturaleza química de las sustancias que intervienen.
- Si la combustión es completa, entre otras, dióxido de carbono y agua. Si no es completa, también monóxido de carbono.
- Podríamos blanquearlo con lejía, o dejar que amarillee con el tiempo (oxidación). Es un buen momento para señalar las diferencias entre oxidación y combustión.
-  En la naturaleza se producen otro tipo de cambios: los cambios nucleares. Busca información sobre sus características, y qué los diferencia de los cambios estudiados.
- Los cambios nucleares son aquellos en los que se obtiene un elemento químico diferente al inicial. No se produce, pues, por reordenación de átomos, sino por cambios en el núcleo de los mismos.

## 3 Magnitudes físicas. Unidades y medidas

### Página 14

### Trabaja con la imagen

En Física y Química todo valor numérico obtenido en una medida debe acompañarse de la unidad utilizada. Imagina que alguien te dice que la masa de un objeto es de 55. ¿Entenderías lo que está diciendo? Seguramente le preguntarías ¿55 qué? ¿Gramos, kilogramos, toneladas? Un número sin unidad no tiene sentido físico.

Además, también es importante, a la hora de expresar la medida, utilizar la unidad adecuada en función del orden de magnitud de lo que medimos. Por ejemplo, ¿qué unidad utilizarías para expresar el valor de la masa del pez raya de la fotografía? ¿Y para expresar el valor de la del tren?

La unidad más adecuada para expresar la masa del pez raya es el kilogramo (kg). En el caso del tren se debería utilizar la tonelada (T), que equivale al megagramo (Mg), o el gigagramo (Gg).

## Página 15

9.  Razona si las siguientes características de una persona son magnitudes físicas:

- a) Altura.                      b) Honor.  
c) Curiosidad.                d) Peso.

En los casos afirmativos, indica si se trata de una magnitud fundamental o derivada, y sus unidades SI.

Son magnitudes físicas en una persona la altura y el peso, pues son cuantificables de una forma objetiva. El honor y la curiosidad no lo son.

La altura, como es una medida de longitud, es una magnitud fundamental, y su unidad SI es el metro, m.

El peso, que es una medida de fuerza, es una magnitud derivada, y su unidad SI es el Newton,  $N \left( \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right)$ .

12. Indica al menos tres unidades para la medida de:

- a) Tiempo.            b) Masa.            c) Longitud.

Podemos recomendar, para el tiempo, el segundo, el minuto, el día; para la masa, el gramo, la tonelada y la onza; y para la longitud, el metro, el pie y la milla.

## 4 Instrumentos de medida. Errores

## Página 16

### Trabaja con la imagen

Si se han medido 17,5 mL, ¿con qué probeta se ha realizado la medida? ¿Y para 46 mL? ¿Y si son 43,5 mL? Razona tus elecciones.

¿Por qué no se habla de intervalo de medida de los cronómetros?


Para medir 17,5 mL hay que utilizar la probeta 2 (umbral de resolución: 0,5 mL). Los 46 mL hay que medirlos con la probeta 1, pues superan la cota máxima de la 2. Para medir 43,5 habrá que utilizar una probeta distinta a las presentadas o medir hasta 40,0 mL con la probeta 1 y, con mucho cuidado, los 3,5 mL con la probeta 2. Pero es muy complicado medir los 0,5 mL porque ninguna de las probetas tiene marcado en el cristal esa medida.

En los cronómetros no tiene sentido hablar de intervalo de medida, pues la cota mínima siempre es cero, y la máxima, en principio, ilimitada.

## Página 17

14. Determina los intervalos de medida de las probetas de la página anterior. ¿Cómo medirías con ellas 132,5 mL?

Probeta 1. Cota mínima: 5 mL; cota máxima: 50 mL; intervalo: 45 mL. Probeta 2. Cota mínima: 2,5 mL; cota máxima: 25 mL; intervalo: 22,5 mL. Podríamos medir 132,5 mL realizando sucesivas mediciones, siendo necesario, al menos para una de ellas, el uso de la probeta 2.

- 17.**  Si con el cronómetro del ejercicio resuelto de esta página se mide un tiempo de 10,15 minutos, ¿cuál es el valor de los errores absoluto y relativo? Basándote en tu respuesta, indica cómo varía la calidad de una medida en función del valor medido.

Teniendo en cuenta que el error absoluto del cronómetro analógico es  $\pm 1$  s, podemos decir que el error relativo de la medida será:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{t} = \frac{1 \text{ s}}{10,15 \cdot 60 \text{ s}} = 0,00164$$

La calidad de la medida viene determinada por el error relativo, diremos que cuanto mayor, en valor, sea la medida, mejor calidad tendrá, puesto que su error relativo será menor.

## Página 18

- 18.** Razona si hay diferencia entre decir que la masa de un cuerpo es de 23,4 g o 23,400 g. Expresa estas medidas con su incertidumbre.

Aunque matemáticamente los dos números sean iguales, bajo el dato 23,4 g subyace el hecho de que el umbral de resolución del instrumento utilizado es de 0,1 g (podría ser otro, como 0,2 g, aunque no es lo habitual); para obtener 23,400 g se ha de utilizar un instrumento con umbral de resolución 0,001 g. Con las incertidumbres anteriores, las medidas se expresarían  $23,4 \pm 0,1$  g y  $23,400 \pm 0,001$  g.


- 19.** De acuerdo con el ejercicio resuelto 2, expresa el error relativo de la última actividad de la página anterior.

El error relativo de la actividad anterior tiene un valor de:

$$\varepsilon_r = 0,00164$$

De acuerdo al ejercicio resuelto 2 del libro del alumnado, la aproximación del error quedaría como:

$$\varepsilon_r = 0,002 = 0,2 \%$$

- 21.**  Se realizan tres medidas de tiempo con un cronómetro digital: 4,35 s, 4,53 s y 4,42 s. Expresa correctamente el valor de la medida.

El valor de la medida será la media aritmética de las tres medidas que se han tomado seguida del error absoluto:

$$t = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = \frac{4,35 \text{ s} + 4,53 \text{ s} + 4,42 \text{ s}}{3} = 4,43 \text{ s}$$

Se toma como error absoluto de la medida el umbral de resolución del cronómetro:  $\pm 0,01$  s. Por tanto, el valor correcto de la medida es:

$$t = 4,43 \pm 0,1 \text{ s}$$

## 5 Múltiplos y submúltiplos

### Página 19

- 22.** La masa y el volumen de un mineral son:  $m = 15,32$  g;  $V = 4,5$  cm<sup>3</sup>. Expresa la densidad en el SI.

Teniendo en cuenta que, en el SI, la masa debe estar en kg y el volumen en m<sup>3</sup>, su valor será:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{15,32 \text{ g}}{4,5 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 3\,404,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- 23.** Una avioneta que vuela a 1500 pies de altitud se desplaza a 200 mph (millas por hora). Busca los factores de conversión que necesites para expresar los datos en el SI.

Sabemos que 1 pie equivale a 0,3048 metros, y que 1 mph es lo mismo que 0,44704 m/s. Por tanto, si hacemos la conversión de estas medidas:

$$h = 1500 \text{ pies} \cdot \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 457,2 \text{ m}$$

$$v = 200 \text{ mph} \cdot \frac{0,44704 \text{ m/s}}{1 \text{ mph}} = 89,41 \text{ m/s}$$

## 6 El lenguaje de la ciencia

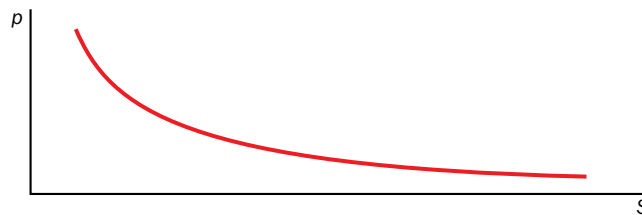
### Página 21


- 26.** Suponiendo una fuerza constante ( $F = \text{cte}$ ), representa la gráfica de  $p$  en función de  $S$ .

Sabiendo que la relación que existe entre la presión y la superficie es:

$$p = \frac{F}{S} \xrightarrow{F = \text{cte}} p = \frac{\text{cte}}{S} = \text{cte} \cdot \frac{1}{S}$$

Como la relación es inversamente proporcional, la gráfica tendrá el siguiente aspecto:

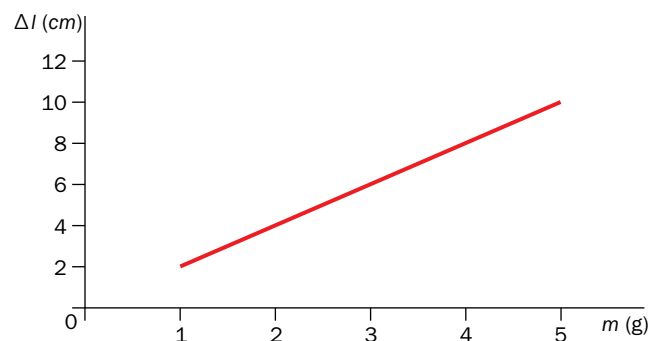


- 27.**  Se mide el alargamiento de un muelle en función de la masa que se cuelga de él, obteniéndose:

$m$ (g)	1	2	3	4	5
$\Delta l$ (cm)	2	4	6	8	10

Representa la gráfica y estudia la relación  $\Delta l$ - $m$ .

La gráfica que representa los datos recogidos en la tabla es la que sigue:



La relación entre  $\Delta l$  y  $m$  es de proporcionalidad directa, ya que la gráfica obtenida es una recta.

## Trabaja con lo aprendido

Página 26

### Cambios físicos y cambios químicos

**10.** Clasifica los siguientes cambios en físicos o químicos, y explica las razones de tus decisiones:

- a) Formación del arcoíris.
- b) Se obtiene cobre a partir de óxido de cobre.
- c) Fundimos hierro.
- d) El metanol (alcohol de farmacia) solidifica.
- e) Formación de las nubes.
- f) Se rompe una botella de vidrio.
- g) La formación de estalactitas y estalagmitas.
- h) Maduración de la fruta.
- i) Encendemos la luz de una habitación.
- j) Se quema una tostada.

Teniendo en cuenta que un cambio físico es aquel que no varía la naturaleza de las sustancias y que un cambio químico sí lo hace, podemos hacer la siguiente tabla:

Cambios físicos	Cambios químicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación del arcoíris.</li> <li>• Fundimos hierro.</li> <li>• El metanol solidifica.</li> <li>• Formación de las nubes.</li> <li>• Se rompe una botella de vidrio.</li> <li>• Encendemos la luz de una habitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene cobre a partir de óxido de cobre.</li> <li>• Maduración de la fruta.</li> <li>• Se quema una tostada.</li> <li>• Formación de estalactitas y estalagmitas.</li> </ul>

Página 27

### Magnitudes físicas. Unidades y medida

**14.** La mecánica es la parte de la Física que estudia los movimientos y sus causas. Dos sistemas de unidades muy utilizados para ello son el MKS (metro - kilogramo - segundo) y el CGS (centímetro - gramo - segundo). ¿Alguno de ellos pertenece al SI? Expresa las magnitudes derivadas que se incluyen en esta unidad en el sistema CGS.

El sistema de unidades que pertenece al SI es el MKS. Completando la tabla de la página 15 del libro del alumnado con la columna de unidades del sistema CGS, obtendríamos:

Magnitud	Unidad SI	Unidad CGS
Superficie ( $s$ )	$m^2$	$cm^2$
Volumen ( $V$ )	$m^3$	$cm^3$
Densidad ( $d$ )	$kg/m^3$	$g/cm^3$
Velocidad ( $V$ )	$m/s$	$cm/s$
Aceleración ( $a$ )	$m/s^2$	$cm/s^2$
Fuerza ( $F$ )	$N (kg \cdot m/s^2)$	$g \cdot cm/s^2$
Presión ( $p$ )	$Pa (N/m^2)$	$g/(cm/s^2)$
Energía ( $E$ )	$J (N \cdot m)$	$g \cdot cm^2/s^2$

- 15.** La expresión matemática de la segunda ley de Newton, donde  $F$  es la fuerza;  $m$ , la masa, y  $a$ , la aceleración, es:

$$F = m \cdot a$$

- a) Exprésala en lenguaje verbal, indicando las relaciones de proporcionalidad que observes.
- b) Identifica las magnitudes derivadas y expresa sus unidades en función de las fundamentales del SI.
- a) La fuerza aplicada sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que le comunica.
- b) La fuerza y la aceleración son derivadas. Sus unidades en el SI son:

$$F \equiv N (kg \cdot m/s^2)$$

$$a \equiv m/s^2$$

- 16.** Para estudiar los gases en primera aproximación se utiliza el modelo de «gas ideal» o «gas perfecto», que estudiarás más adelante. La ecuación física que describe estos sistemas materiales es:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

En esta ecuación,  $R$  es la «constante de los gases ideales», cuyo valor es:

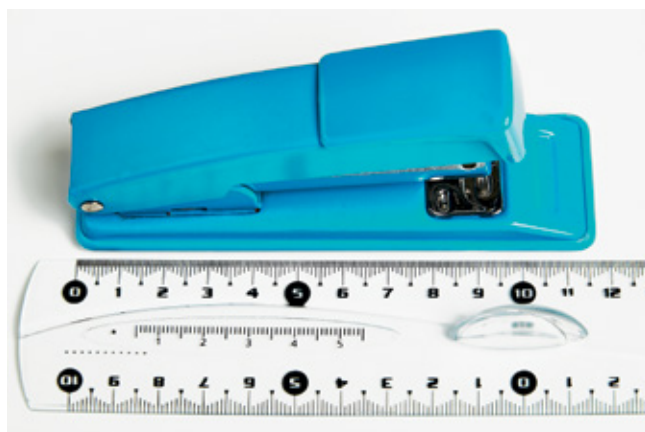
$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

- a) Identifica las variables que intervienen en la ecuación y exprésala en lenguaje verbal.
- b) Las magnitudes implicadas, ¿son fundamentales o derivadas?
- c) Las magnitudes derivadas del apartado anterior, ¿qué relación guardan con las fundamentales?
- d) Independientemente del valor que tome, ¿cuáles son las unidades SI de la constante  $R$ ?
- e) Expresa las unidades de  $R$  en función de las unidades fundamentales del SI.

- a) De izquierda a derecha, según aparecen en la fórmula: presión, volumen, cantidad de sustancia y temperatura. Por ejemplo, «el producto de la presión por el volumen es directamente proporcional al producto de la cantidad de sustancia por la temperatura».
- b) Son fundamentales la cantidad de sustancia y la temperatura; la presión y el volumen, derivadas.
- c) El volumen es una longitud al cubo; la presión, una masa dividida por el producto de una longitud por un tiempo al cuadrado.
- d)  $\text{J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ .
- e)  $(\text{kg} \cdot \text{m}^2)/(\text{s}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{mol})$ .

## Página 28

**21.** Expresa correctamente las siguientes medidas, indicando su incertidumbre:



La longitud de la grapadora de la primera imagen es:

$$l = 11,7 \pm 0,1 \text{ cm}$$

Para la segunda imagen, podemos decir que la masa será:

$$m = 55 \pm 1 \text{ kg}$$

Nota: las unidades se suponen, pues no se señalan en los instrumentos.

**22.** Cuando se realizan operaciones, el resultado se redondea a la cifra decimal del valor utilizado que menos tenga. En base a esto, expresa correctamente el resultado de las siguientes operaciones:

- a)  $3,72 + 26,5 + 56,572$ .    b)  $(1,3 \cdot 7,21)/0,082$ .    c)  $0,056 \cdot 26,34/5,2$ .

Teniendo en cuenta lo que nos dice el ejercicio, podremos dar los resultados de las operaciones de esta forma:

a)  $3,72 + 26,5 + 56,572 = 86,792 \approx 86,8$ .

b)  $(1,3 \cdot 7,21)/0,082 = 114,304878 \approx 114,3$ .

c)  $0,056 \cdot 26,34/5,2 = 0,2836615... \approx 0,3$ .

**23.** Con una cinta métrica que aprecia hasta el milímetro, se realizan tres medidas de la longitud de una mesa:  $l_1 = 200,7$  cm;  $l_2 = 200,9$  cm;  $l_3 = 201,0$  cm. Expresa el resultado de la medida y calcula el error relativo.

El resultado de la medida se expresa calculando la media aritmética de las tres medidas, seguido por el error absoluto:

$$l = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{3} = \frac{200,7 \text{ cm} + 200,9 \text{ cm} + 201,0 \text{ cm}}{3} = 200,87 \text{ cm}$$

El error es  $\pm 0,1$ , luego hay que aproximar la media a  $200,9$  cm. Luego, el resultado será:

$$l = 200,9 \pm 0,1 \text{ cm}$$

El error relativo será:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_a}{l} = \frac{0,1 \text{ cm}}{200,87 \text{ cm}} = 4,97 \cdot 10^{-4} \approx 5 \cdot 10^{-4}$$

## Magnitudes físicas. Unidades y medida

**27.** En astronomía, las distancias son enormes, y se definen unidades adecuadas para expresarlas:

- Unidad astronómica. Se define como la distancia media Tierra-Sol ( $1 \text{ UA} = 150\,000\,000 \text{ km}$ ).
- Año luz. Es la distancia que recorre la luz en un año, propagándose en el vacío a  $300\,000 \text{ km/s}$ .
- Parsec. Equivale a  $3,2616$  años luz.

Expresa estas unidades en el SI, primero sin notación científica, y luego, con ella. Relaciona el parsec y el año luz con la UA.

Al pasar las unidades anteriores al SI, quedan de esta forma:

$$1 \text{ UA} = 150\,000\,000 \text{ km} = 150\,000\,000\,000 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ año luz} &= 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ año} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = \\ &= 9\,460\,800\,000\,000\,000 = 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m} \end{aligned}$$

$$1 \text{ parsec} = 3,2616 \text{ años luz} = 3,2616 \cdot 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Si relacionamos las medidas de parsec y año luz con la de unidad astronómica, obtenemos que:

$$\frac{1 \text{ UA}}{1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}} = \frac{x}{9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m}} \rightarrow x = 63\,072 \text{ UA}$$

$$\frac{1 \text{ UA}}{1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}} = \frac{y}{3,086 \cdot 10^{16} \text{ m}} \rightarrow y = 205\,715,63 \text{ UA}$$



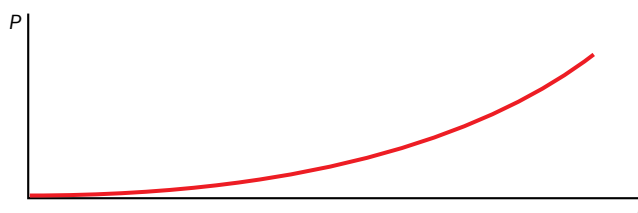
## Página 29

- 28.** Como estudiarás más adelante, la potencia eléctrica que consume un elemento de un circuito eléctrico viene dada por la expresión:

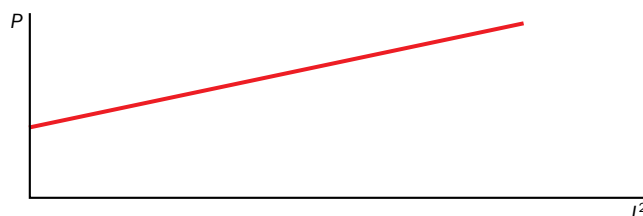
$$P = R \cdot I^2$$

donde  $R$  es la resistencia del elemento e  $I$ , la intensidad de corriente que circula por él.

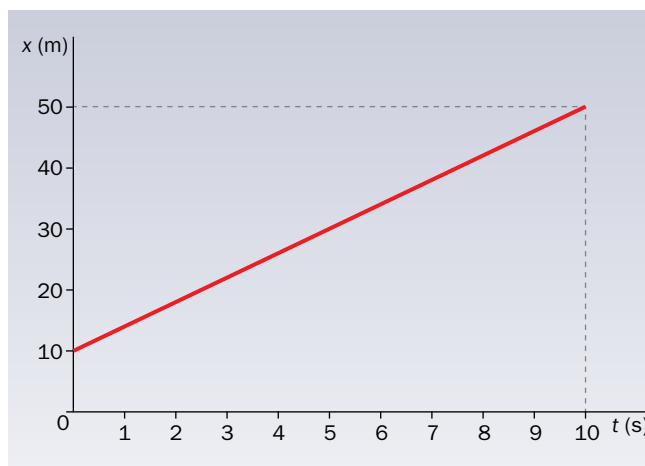
- ¿Cómo expresarías esta relación en lenguaje verbal?
- ¿Qué relación de proporcionalidad existe entre la potencia y la intensidad de corriente?
- ¿Y entre la potencia y el cuadrado de la intensidad de corriente?
- Representa las gráficas que describen las relaciones de los dos apartados anteriores.
  - Podríamos decir que la potencia es directamente proporcional al producto de la resistencia por el cuadrado de la intensidad.
  - La relación que existe es de proporcionalidad cuadrática.
  - La proporcionalidad entre ambas variables es directa.
  - La gráfica que representa la proporcionalidad cuadrática entre la potencia y la intensidad es la siguiente:



Y la que representa proporcionalidad directa es:



- 29.** A partir de la siguiente gráfica, elabora una tabla con al menos cinco pares de datos, determina la relación entre las variables que se representan y exprésala en lenguaje verbal y matemático.



A partir de la gráfica dada podemos elaborar la siguiente tabla:

$x$ (m)	10	18	30	38	50
$t$ (s)	0	2	5	7	10

La relación entre las variables es directamente proporcional. La expresión matemática sería:

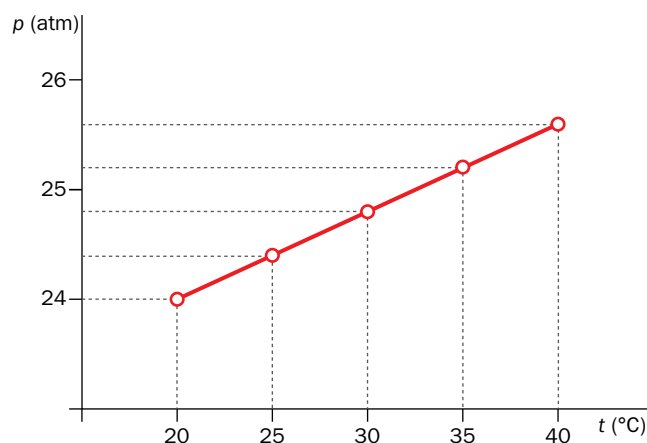
$$x = 10 + 2 \cdot t$$

- 30.** Se mide la presión que ejerce una cantidad fija de aire sobre las paredes del recipiente cerrado que lo contiene mientras se aumenta la temperatura. Se obtiene la siguiente tabla de datos:

$T$ (°C)	20	25	30	35	40
$p$ (atm)	24,0	24,4	24,8	25,2	25,6

A partir de estos datos, representa la gráfica  $p$ - $T$  (presión en ordenadas y temperatura en abscisas), determina la relación de proporcionalidad entre ambas magnitudes y deduce la ecuación física que las liga.

Según los datos recogidos en la tabla, la gráfica que obtenemos es la siguiente:



La proporcionalidad es directa, por tanto, su ecuación física es:

$$p = k \cdot T \rightarrow \frac{P}{T} = k \rightarrow \text{Segunda ley de Charles y Gay-Lussac}$$