

## Unidad 2 Los sistemas materiales

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Un recipiente hueco de forma cúbica tiene 0,8 cm de arista. ¿Cabe 1 mL de agua dentro de él? ¿Caben 0,7 cm<sup>3</sup> de agua?

El volumen del recipiente es de 0,5 cm<sup>3</sup> por lo que cabe como máximo 0,5 mL de agua. No cabe 1 mL ni tampoco 0,7 cm<sup>3</sup>.

2. Ordena de mayor a menor los volúmenes de estos objetos: una esfera de 10 cm de radio, un balón de 4 dm<sup>3</sup>, un cubo de 5 cm de arista.

$$\text{Volumen de la esfera: } V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4188,8 \text{ cm}^3 = 4,19 \text{ dm}^3$$

$$\text{Volumen del cubo: } V = 125 \text{ cm}^3 = 0,125 \text{ dm}^3$$

Por tanto el orden será: cubo < balón < esfera.

3. Se ha construido una piscina ortoédrica de 14 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de profundidad.

a) Calcula el coste que supone llenarla de agua hasta el borde, si 1 m<sup>3</sup> de agua potable cuesta 0,25 euros.

b) Una vez llena, determina la masa del agua que contiene, sabiendo que cada metro cúbico de agua tiene una masa de 1000 kg.

El volumen del ortoedro es  $V = a \cdot b \cdot c$ , siendo a, b y c sus dimensiones:  $V = 14 \cdot 3 \cdot 2 = 84 \text{ m}^3$ .

El coste será:  $84 \cdot 0,25 = 21$  euros. La masa del agua contenida en la piscina es:  $m = 84 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 84\,000 \text{ kg}$

4. Determina la masa de aire contenido en una habitación de dimensiones 10 m x 5 m x 3 m (utiliza para ello el dato de la densidad del aire que aparece en el margen).

$$\text{Volumen de la habitación: } 10 \times 5 \times 3 = 150 \text{ m}^3.$$

$$\text{Masa} = V \cdot d = 150 \text{ (m}^3) \cdot 1,3 \text{ (kg/m}^3) = 195 \text{ kg.}$$

5. El *porexpán* es un material aislante de baja densidad, que se emplea en embalajes. Calcula el volumen que ocupa una plancha de 5 kg de este material.

$$V = \frac{m}{d} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ m}^3$$

6. ¿Cuánta energía hay que comunicar a 35 g de hielo a 0 °C para convertirlo en agua a 0 °C?

Sabemos que para convertir 1g de hielo a 0 °C en agua, también a 0 °C, es necesario comunicar 334,4 J de energía.

Por tanto:  $35 \cdot 334,4 = 11\,704 \text{ J}$  habrá que comunicar.

7. ¿Cuánta energía absorben 35 g de agua a 100 °C para pasar a fase de vapor a 100 °C?

Para convertir 1g de agua a 100 °C en vapor, también a 100 °C, es necesario comunicar 2257J de energía.

Por tanto absorberán:  $35 \cdot 2257 = 78\,995 \text{ J}$ .

8. Disponemos unos cristallitos de yodo sólido en un vaso, tal como muestra la figura. Al calentar, los cristales aparecen pegados al matraz de fondo redondo. Explica lo sucedido.

Al calentar, los cristales de yodo subliman y pasan a fase vapor ascendiendo por el vaso. Al encontrarse con la superficie fría del fondo del matraz vuelven a sublimar, esta vez de forma regresiva, apareciendo de nuevo los cristallitos en el fondo.

9. Razona sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones.

a) Las partículas que constituyen un sólido, a pesar de estar fuertemente unidas, mantienen un movimiento de vibración.

b) Entre partícula y partícula de un gas hay espacio vacío, pero cuando se convierte en líquido ese espacio se llena totalmente.

a) Es verdadera, las partículas de un sólido ocupan posiciones fijas pero vibran en torno a dichas posiciones.

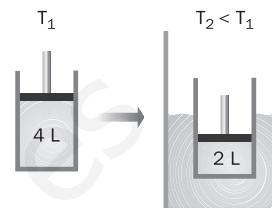
b) Es falso, al convertirse en líquido las partículas se cohesionan mucho y aumenta la densidad pero siguen quedando huecos entre ellas.

10. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, y por qué.

- a) Debido a los choques, las partículas de un gas pueden acabar perdiendo su energía, por eso se deshincha un globo.
  - b) Al aumentar la temperatura de un gas aumenta su volumen, por eso si ponemos un globo hinchado encima de un radiador, puede explotar.
- a) Es falso, según la teoría cinética los choques entre las partículas son elásticos y en ellos no se pierde energía.  
 b) Es verdadero, según la teoría cinética al aumentar la temperatura aumenta la velocidad media de las moléculas y con ella su energía cinética. Entonces, la intensidad de los choques y su frecuencia será mayor con lo que aumenta la presión. Al tratarse de un globo, que tiene sus paredes elásticas, si el interior del globo tiene más presión que el exterior, las paredes se expanden hasta igualar la presión por lo que el globo se hincha y puede llegar a explotar.

11. El émbolo de la figura se ha introducido en agua fría. Explica lo ocurrido apoyándote en el modelo cinético.

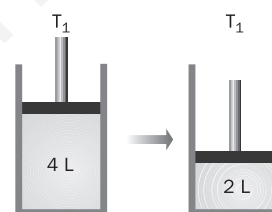
Según la teoría cinética, al disminuir la temperatura disminuye la velocidad media de las partículas y por tanto también su energía cinética. Entonces, la intensidad de los choques y su frecuencia será menor con lo que baja la presión y el émbolo.



12. En la transformación representada en el gráfico, el gas no varía su temperatura. ¿Qué se puede decir de la presión y el volumen?

Si en ambos casos la temperatura es la misma, significa que se ha duplicado la presión en el segundo émbolo por lo cual se divide su volumen por la mitad ya que ambas magnitudes son inversamente proporcionales y cumplen la ley de Boyle:

$$p \cdot V = \text{cte.}$$



13. Un cilindro contiene un gas a presión 2,5 atm. Se permite que el gas se expanda hasta un volumen de 25 L, con lo que la presión baja a 1,2 atm. Si T permanece constante, ¿cuál es el volumen inicial de gas?

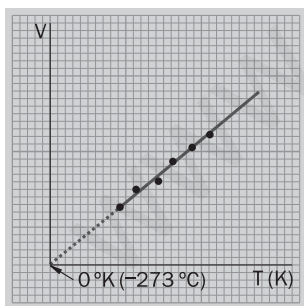
Se trata de una transformación a T constante que cumple la ley de Boyle:  $p \cdot V = \text{cte}$

Por tanto:  $p \cdot V = 2,5 \text{ (atm)} \cdot V = 1,2 \text{ (atm)} \cdot 25 \text{ (L)}$

De donde  $V = 12 \text{ L}$

14. En la gráfica V frente a T de la ley de Charles y Gay-Lussac, explica la diferencia entre poner en el eje X la temperatura en °C o en K.

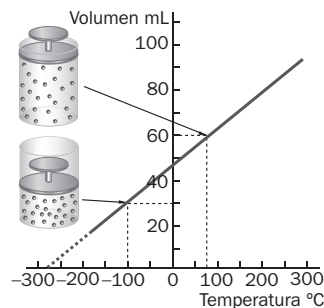
La expresión de Charles y Gay-Lussac viene dada con T en kelvin ( $V = \text{cte} \cdot T$ ). A dicha expresión le corresponde la ecuación de una recta que pasa por el origen ( $y = ax$ ), es decir:



Sin embargo, si consideramos que  $T \text{ (K)} = t \text{ (°C)} + 273$ , quedaría:

$$V = \text{cte} \cdot (t \text{ (°C)} + 273) = \text{cte} \cdot 273 + \text{cte} \cdot t,$$

es decir la ecuación de una recta que no pasa por el origen sino que tiene una ordenada en origen equivalente al sumando ( $\text{cte} \cdot 273$ ). Al representarla quedaría igual que la primera gráfica, pero con el eje de las Y adelantado 273 K hacia la derecha.



15. Se encierra un gas en un pistón a 1 atm de presión y se calienta desde 293 K hasta 390 K, manteniendo fijo su volumen. ¿Qué opciones son verdaderas?

- a) Aumenta la distancia media entre las partículas.
- b) Aumenta la masa total de gas en el cilindro.
- c) Aumenta la presión hasta 1,33 atm.
- d) La presión baja a 0,75 atm.

Si se mantiene fijo el volumen, la presión y la temperatura quedan relacionadas mediante la expresión de Charles y Gay-Lussac:  $p = \text{cte} \cdot T$

Así pues, al aumentar la T aumenta la p y viceversa. El resto de variables no se ven modificadas: la única opción verdadera es la c).

**TRABAJO EN EL LABORATORIO**

1. En el primer método, ¿por qué es necesario poner en contacto el capilar con el termómetro?

Porque de esa manera se podrá asegurar la exactitud de la medida.

2. ¿Por qué crees que se utiliza este tipo de ensayo para decidir sobre la pureza de una sustancia?

Una propiedad de las sustancias puras es que, durante el cambio de estado, la temperatura permanece constante.

**ACTIVIDADES**

16. Indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) La densidad de los sólidos es mayor que la de los líquidos.
  - b) Si la densidad del mercurio es 13,6 g/cm<sup>3</sup> significa que 1 L de mercurio tiene una masa de 13,6 kg.
  - c) En un cubo de 1 cm<sup>3</sup> de volumen no cabe 1 mL de agua.
  - d) El volumen de un taco de madera de forma cúbica es 8 cm<sup>3</sup>, por tanto, la arista del cubo vale cm.
- Es verdadera la b).

17. La densidad de la sal común es 2,16 g/cm<sup>3</sup>. ¿Qué volumen corresponde a un salero de 220 g?

$$V = \frac{m}{d} = \frac{220(g)}{2,16(g/cm^3)} = 102 \text{ cm}^3$$

18. Se ha desenterrado un objeto metálico en una excavación y se quiere saber si es de cobre o no. La balanza arroja un valor de 137 g y al sumergirlo en agua desplaza un volumen de 15,4 cm<sup>3</sup>.

- a) ¿A qué conclusión llegarías?
- b) ¿De qué otras magnitudes y técnicas podríamos valernos para estar seguros?

Dato. Densidad del cobre: 8,93 g/cm<sup>3</sup>.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{137}{15,4} = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

Por tanto, el objeto es probablemente de cobre. Para asegurarnos podríamos someterlo a otras pruebas con el fin de obtener alguna otra propiedad característica para poder comparar: dureza, temperatura de fusión... Sin embargo, la necesidad de conservar el objeto sin dañar puede aconsejar tomar una pequeña muestra y efectuar un análisis químico.

20. Ponemos un matraz aforado con 250 mL en una balanza, destamamos y lo llenamos de aceite hasta que la balanza marca 212,5 g.

- a) Calcula la densidad del aceite.
- b) A continuación se calienta el matraz y se observa que el volumen sube 8 mL. ¿A qué es debido? ¿Cuál es ahora la masa del aceite? ¿Y la densidad?

a)  $d = \frac{m}{V} = \frac{212,5(g)}{250(mL)} = 0,85 \text{ g/mL}$

b) Al calentar el matraz el líquido dilata hasta 258 mL. La densidad será:

21. Completa en tu cuaderno esta tabla:

Masa (g)	Volumen (dm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Sustancia
2000	0,741		
	0,8		aceite
200		1,6	

Datos.  $d_{\text{glicerina}} = 1,6 \text{ g/cm}^3$ ;  $d_{\text{aluminio}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$ ;  $d_{\text{aceite}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$ .

Masa (g)	Volumen (dm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Sustancia
2000	740,7	2,7	Aluminio
720	0,8	0,9	aceite
200	0,125	1,6	Glicerina

22. Un bastón de madera de ébano tiene una masa de 0,84 kg y un volumen de 620 cm<sup>3</sup>.  
 Expresa en toneladas por metro cúbico la densidad de esta madera. ¿Flotará en agua?

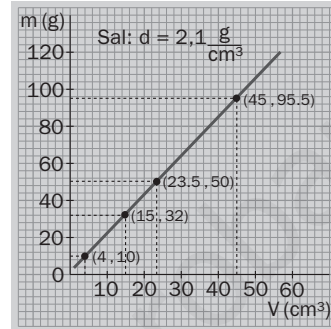
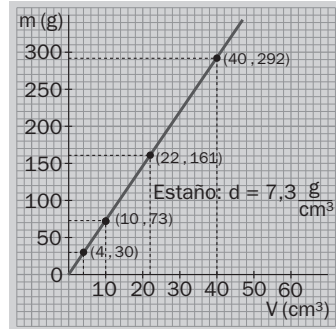
$$d = \frac{m}{V} = \frac{0,84 \cdot 10^{-3}(\text{t})}{620 \cdot 10^{-6}(\text{m}^3)} = 1,35 \text{ t/m}^3$$

Dicha densidad es mayor que la del agua, por tanto no flotará.

23. Con una probeta y una balanza se han tomado pares de valores de dos sustancias:

ESTAÑO		SAL COMÚN	
Masa (g)	V (dm <sup>3</sup> )	Masa (g)	V (dm <sup>3</sup> )
73	10	32	15
161	22	50	23,5
292	40	95,5	45

Para cada sustancia, representa masa frente a volumen y calcula la densidad.



24. Para hallar la densidad del gas dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se calientan 16 g de un carbonato y se recogen 242,0 cm<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> y 15,52 g de residuo. Halla la densidad del CO<sub>2</sub>.

$$16 - 15,52 = 0,48 \text{ g de CO}_2. \quad \text{La densidad será: } = \frac{m}{V} = \frac{0,48(\text{g})}{242,0(\text{cm}^3)} = 1,98 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$$

25. Razona cuál de estas afirmaciones es correcta:

- a) Vaporización es el paso de sólido a gas.
- b) Fusión es el paso de sólido a líquido.
- c) Sublimación es el paso de gas a líquido.
- d) Condensación es el paso de líquido a gas.

Es verdadera la b).

26. Se saca una botella de naranjada del frigorífico y se observa que al poco rato se moja por fuera.

- a) ¿Por qué sucede esto?
- b) ¿De dónde procede esa agua?

El agua procede del vapor de agua que hay en el aire; dicho vapor encuentra una superficie fría sobre la cual condensa.

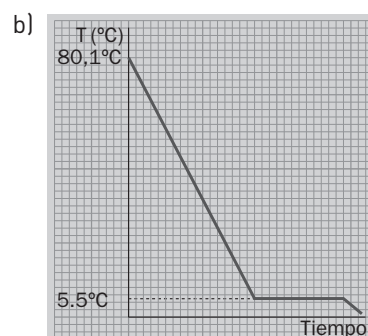
27. En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades del benceno.

Densidad	T <sub>f</sub> (°C)	T <sub>e</sub> (°C)
0,88 g/cm <sup>3</sup>	5,5	80,1

A partir de los datos:

- a) Calcula la masa de benceno que cabe en un matraz de 250 mL.
- b) Se llena el matraz con benceno, se calienta hasta 70 °C, se retira del fuego y se deja enfriar. Dibuja su gráfica de enfriamiento.

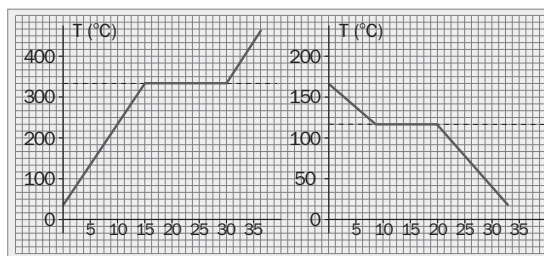
a) Masa = V d = 250 · 0,88 = 220 g



29. Completa las frases siguientes:

- a) La ebullición es una \_\_\_\_\_ tumultuosa. Para una \_\_\_\_\_ determinada, cada líquido tiene una \_\_\_\_\_ característica.
- b) La \_\_\_\_\_ es una \_\_\_\_\_ lenta que se realiza solo en la \_\_\_\_\_ libre de los líquidos y a cualquier \_\_\_\_\_
- a) La ebullición es una *vaporización* tumultuosa. Para una *presión* determinada, cada líquido tiene una *Temperatura de Ebullición* característica.
- b) La *evaporación* es una *vaporización* lenta que se realiza sólo en la *superficie* libre de los líquidos y a cualquier *temperatura*.

30. Analiza estas gráficas y extrae toda la información posible. ¿Qué representan los tramos horizontales? ¿Qué técnica de laboratorio se habrá seguido en cada caso para obtener la gráfica?



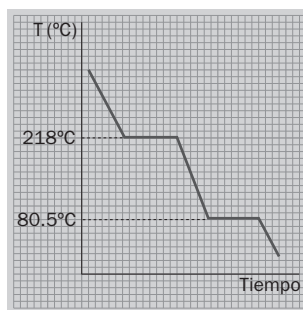
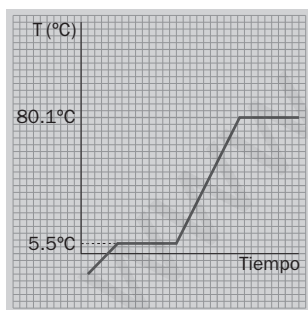
- a) La primera es una gráfica de calentamiento que nos indica que:
  - Hemos tomado una sustancia a una temperatura inicial aproximada de 25 °C y la hemos calentado.
  - En torno al minuto 15 se ha alcanzado una temperatura de unos 327 °C, inalterable mientras el sólido se funde.
  - Seguidamente la temperatura sigue aumentando.
- b) La segunda es una gráfica de enfriamiento: Se parte de un líquido a unos 160 °C y se deja enfriar anotando la temperatura. A los 10 minutos aproximadamente se alcanza la temperatura de 120 °C y se mantiene constante a medida que pasa a fase sólida.
  - Cuando todo es sólido el sistema sigue bajando su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente.

31. Responde a partir de los datos.

- a) ¿En qué estado permanece el benceno una fría mañana de invierno en que aparecen los charcos congelados?
- b) ¿En qué rango de temperatura permanece líquido el sodio?
- c) Se saca benceno del congelador a una temperatura de -20 °C. Construye su gráfica de calentamiento.
- d) Construye la gráfica de enfriamiento del naftaleno a 100 °C.

Densidad	T <sub>fusión</sub> (°C)	T <sub>ebullición</sub> (°C)
benceno	5,5	80,1
sodio	98	885
naftaleno	80,5	218

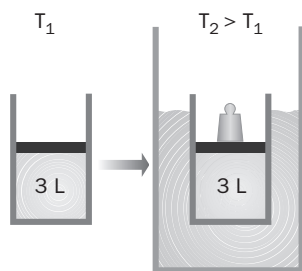
- a) La temperatura de fusión es de 5,5 °C por lo que solidifica antes que el agua. Aparecería en estado sólido.
- b) Permanece líquido entre 98 y 885 °C.
- c) Gráfica de calentamiento
- d) Naftaleno: gráfica de enfriamiento



32. Explica los siguientes procesos según la teoría cinética.

- a) Colocas 50 mL de alcohol en un vaso y viertes la mitad sobre la mesa. Al cabo de poco tiempo, la mesa está seca y en el vaso aún queda alcohol.
- b) Al echar alcohol del vaso sobre tu mano sientes frío.
- c) Notas que toda la habitación huele a alcohol.
  - a) En la evaporación se da un equilibrio: algunas partículas de la superficie, cuando tienen energía suficiente pasan a fase vapor. Otras que están en fase gaseosa les pasa lo contrario y condensan. Este equilibrio se puede romper aumentando la superficie libre de líquido, con lo que un mayor número de partículas tendrá descompensadas sus fuerzas de cohesión y podrán pasar a fase gaseosa más fácilmente.
  - b) Es necesario aportar energía calorífica para que una sustancia cambie de estado (se denomina calor latente). La evaporación del alcohol sólo es posible si absorbe calor, en este caso, de la superficie de la mano.
  - c) Según la teoría cinética, las partículas constituyentes del gas están en continuo movimiento y se difunden por toda la habitación por lo que al poco tiempo cualquier punto de la habitación tendrá partículas de alcohol.

33. Disponemos de un émbolo que encierra un gas. Al introducirlo en un recipiente con agua caliente, es necesario colocar un peso para que el émbolo no se desplace. Explica este hecho.



Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad media de las moléculas y con ella su energía cinética, por lo que el gas tiende a expandirse. Para evitarlo, es preciso colocar un peso sobre el émbolo.

34. El aire es una mezcla gaseosa a la presión y temperatura habituales, sin embargo, si se mantiene a presión atmosférica y se enfría progresivamente, pasa a estado líquido a  $-194\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Explica este hecho desde los postulados de la teoría cinética. ¿Sería posible licuar el aire manteniendo la temperatura constante?

Si se enfría, manteniendo constante la presión, disminuye la energía cinética media de las partículas del gas, con lo cual su movimiento se ralentiza y las fuerzas de cohesión pueden acercar las partículas y fundirlas en una gota y formar líquido.

Igualmente, si se mantiene constante la temperatura pero vamos aumentando progresivamente la presión, es mayor el acercamiento de las partículas y aumentan las fuerzas de cohesión, pudiendo licuar el gas.

35. ¿Cuáles de las siguientes hipótesis se corresponden con la teoría cinética?

- a) Entre las partículas de gas hay fuerzas repulsivas; en los sólidos las fuerzas se vuelven atractivas.
- b) La temperatura de un sistema gaseoso es proporcional a la energía cinética media de sus partículas.
- c) La mayoría del espacio ocupado por un gas está vacío.
- d) El volumen de las partículas aumenta al aumentar la temperatura.

Corresponden con la teoría cinética las hipótesis b), c).

37. Explica los siguientes experimentos mediante la teoría cinética.

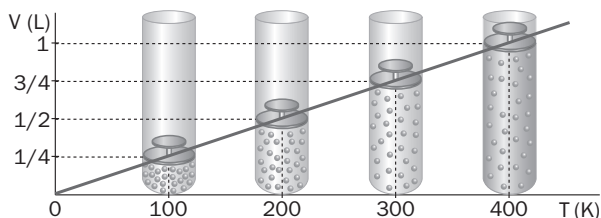
- a) Tomamos un globo y lo adaptamos a la embocadura de un matraz. Si este se calienta poco a poco, se observa cómo el globo aumenta de volumen.
  - b) Se empapa un poco de algodón en amoníaco y se introduce en el extremo de un largo tubo de cristal. Al cabo de un rato se observa que un trozo de papel indicador colocado en el otro extremo se vuelve azul.
- a) Al calentar el matraz calentamos las partículas del aire, que aumentan su energía cinética. El aire se expande y entra en el globo, cuyas paredes son flexibles, y este se hincha, hasta igualar la presión interna con la externa.
- b) A temperatura ambiente, el amoníaco es un gas. Sus moléculas se difunden a lo largo del tubo alcanzando el extremo opuesto rápidamente. Cuando llega al papel indicador éste adquiere coloración azul propia de las sustancias alcalinas.

39. Razona si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) Las variables que relacionan las leyes de los gases son p, V, T.
- b) En la ley de Boyle, permanece constante la p.
- c) Si estudiamos la relación p-T, permanece constante la V.

Es correcta la a) pero no la b) ya que en la ley de Boyle permanece constante la temperatura. Es cierta la c) y corresponde a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac.

40. ¿Qué ley de los gases está representada en la gráfica? Haz una tabla de valores V-T y calcula la constante que relaciona ambas variables.



Temperatura (K)	100	200	300	400
Volumen (L)	0,25	0,5	0,75	1
$\frac{T}{V} = \text{cte}$	400 K/L	400 K/L	400 K/L	400 K/L

Está representada una de las leyes de Charles y Gay-Lussac, aquella en que se estudia la relación entre V y T para un gas que mantiene constante la presión.

41. Razona si son verdaderas o falsas las afirmaciones:

- a) Si la temperatura permanece constante a medida que un globo de helio se eleva en el aire, se expande cada vez más.
  - b) La ley de Charles y Gay-Lussac, para un gas a presión constante, se expresa así:  $V = \text{cte} \cdot T$
  - c) Aplicamos dicha ley al caso siguiente. Las condiciones iniciales de un gas son:  $p = 1 \text{ atm}$ ;  $V = 5 \text{ L}$ ;  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Si mantenemos constante la presión y calentamos a  $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ , el volumen final se duplica.
  - d) Igualmente, para ese mismo gas, si mantenemos constante la temperatura y duplicamos la presión, el volumen final también se duplica.
  - e) La ley de los gases que explica las transformaciones de un gas a temperatura constante, como la del apartado anterior, se conoce como ley de Boyle-Mariotte.
- a) A medida que sube, la presión disminuye, por lo que, siguiendo la expresión de la ley de Boyle para transformaciones de gases a  $T$  constante:  $pV = \text{cte}$ , el valor de  $V$  debe aumentar para mantener constante el producto.
- b) Verdadera.
  - c) No es correcto dado que la expresión de la ley es con  $T$  en kelvin (de  $20^\circ$  a  $40^\circ$  no se duplica la temperatura).
  - d) Falso ya que, según la expresión de Boyle, al duplicar la presión el volumen se divide por dos.
  - e) Verdadero.

42. Completa la tabla siguiente:

V (L)	2		7,2		9,6
T (K)	100	250		420	

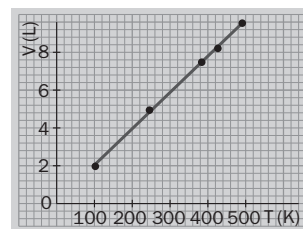
- a) ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- b) Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

a) Se refiere a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac que enunciamos así:  $\frac{T}{V} = \text{cte}$

La tabla completa queda:

V (L)	2	5	7,2	8,4	9,6
T (K)	100	250	360	420	480

b) La relación viene dada por:  $\frac{T}{V} = 50 \text{ K/L} = \text{cte}$ . Permanece constante la presión.



43. Completa la tabla siguiente:

p (atm)	1	1,25			2
T (K)	300		450	525	

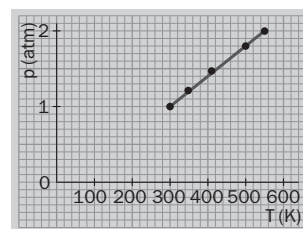
- a) ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- b) Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

a) Se refiere a una de las leyes de Charles y Gay-Lussac que enunciamos así:  $\frac{T}{p} = \text{cte}$

La tabla quedaría del siguiente modo:

p (atm)	1	1,25	1,5	1,75	2
T (K)	300	375	450	525	600

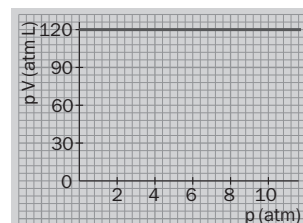
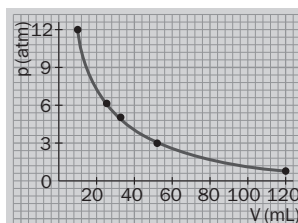
b) La relación viene dada por:  $\frac{T}{p} = 300 \text{ K/atm} = \text{cte}$ . Permanece constante el volumen.



44. Se toman 120 mL de aire y se introducen en un émbolo a presión atmosférica. Posteriormente se van colocando pesos sobre el émbolo y se anotan las sucesivas medidas de volumen: 80 mL; 40 mL; 30 mL; 20 mL; 10 mL. Si el émbolo se mantiene a temperatura constante:

- a) Haz una tabla de datos  $V$ - $p$ - $pV$ .
- b) Representa  $p$  frente a  $V$ . Representa también el producto  $pV$  frente a  $p$ . Extrae una conclusión y escribe una ley que la enuncie.

V (mL)	120	80	40	30	20	10
p (atm)	1	1,5	3	4	6	12
pV	120	120	120	120	120	120



Puede verse en la segunda gráfica que el producto  $pV = \text{cte}$ , que se corresponde con el enunciado de la ley que rige el comportamiento del aire en el émbolo.

46. Una jeringa contiene cloro gaseoso, que ocupa un volumen de 95 mL a una presión de 0,96 atm. ¿Qué presión debemos ejercer en el émbolo para reducir el volumen a 35 mL, a temperatura constante?

Aplicamos la ley de Boyle-Mariotte:  $p \cdot V = cte$   $0,96 \text{ (atm)} \cdot 95 \text{ (mL)} = p \cdot 35 \text{ (mL)}$ ; de donde sale:  $p = 2,6 \text{ atm}$

47. Una muestra de bromo gaseoso a 40 °C y presión 1,2 atm se encierra en un matraz a volumen constante. ¿Hasta qué temperatura habrá que calentar para que la presión ascienda a 5,0 atm?

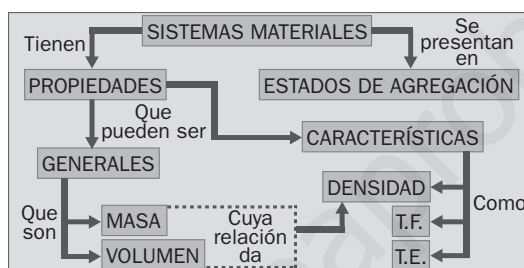
Aplicamos la ley de Charles y Gay-Lussac a volumen constante:  $\frac{T}{p} = cte$ ;  $\frac{273 + 40}{1,2} = \frac{T}{5,0}$ . Despejando resulta:  $T = 1304 \text{ K}$

48. Las ruedas traseras de una moto están infladas a 2,6 atm, a una temperatura de 18 °C. ¿Qué presión alcanzarán si la temperatura sube a 40 °C? Explica a qué es debido.

Aplicamos la misma expresión:  $\frac{T}{p} = cte$ ;  $\frac{291}{2,6} = \frac{313}{p}$ . Despejando resulta:  $p = 2,8 \text{ atm}$

Ello es debido a que al aumentar la temperatura aumenta la energía cinética media de las moléculas y con ella la intensidad y frecuencia de los choques contra las paredes del neumático, con lo que la presión aumenta.

50. Organiza las palabras en el siguiente esquema: *Temperatura de fusión, Temperatura de ebullición, Generales, Masa, Características, Densidad, Volumen, Estados de agregación, propiedades.*



51. ¿Qué es el movimiento browniano y por qué es una prueba experimental a favor de la teoría cinética? Describe lo que se observa en: <http://www.e-sm.net/fq3eso24>

Analiza la contribución de Einstein a su interpretación en la página: <http://www.e-sm.net/fq3eso25>

El movimiento browniano fue la primera prueba concluyente a favor de la hipótesis atómica. El movimiento errático de los granos de polen en el experimento de Robert Brown indica que las partículas constituyentes de la materia tienen el mismo movimiento continuo y errático y chocan contra los granos de polen.

El mérito fundamental de Einstein es que incorporó una ecuación matemática teórica para describir el fenómeno, la cual era susceptible de ser contrastada experimentalmente.

52. Se preparan dos globos herméticos, introduciendo 3,6 L de gas neón en cada uno, a la temperatura de 20 °C y a presión atmosférica.

- a) Sabiendo que la densidad del gas neón es 0,9 kg/m<sup>3</sup>, ¿qué masa de gas habrá en cada globo?
- b) La temperatura de ebullición del neón es de 27 K. Imagina que podemos enfriar el gas de un globo tanto como queramos: dibuja su gráfica de enfriamiento hasta -248 °C.
- c) Se deja ascender el primer globo hasta 8000 m de altura, donde la presión es aproximadamente 1/3 de la inicial. Si aceptamos que no cambia la temperatura, ¿qué ocurrirá con el volumen del globo?
- d) Rociamos el otro globo con nitrógeno líquido en su punto de ebullición (-196 °C). ¿Qué ocurrirá? Explícalo mediante la teoría cinética.
- e) ¿Cuál será su volumen final? ¿Qué ley experimental de los gases necesitas para deducirlo?

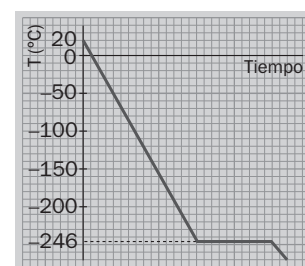
a) masa = volumen · densidad = 3,6 · 0,9 = 3,24 g

b) 27 K son: 27 - 273 = -246 °C

c) Aplicando la ecuación de Boyle-Mariotte:  $pV = cte$ , se ve que a temperatura constante, si la presión se divide por tres entonces el volumen se triplica.

d) Al disminuir la temperatura disminuye la energía cinética media de las moléculas y con ella la intensidad y frecuencia de los choques contra las paredes del globo, con lo que la presión disminuiría. Para que se igualen las presiones interna y externa el volumen disminuirá.

e) Aplicamos la ley de Charles y Gay-Lussac:  $\frac{T}{V} = cte$ ;  $\frac{293 \text{ (K)}}{3,6 \text{ (L)}} = \frac{77 \text{ (K)}}{V}$ ;  $V = 0,95 \text{ L}$



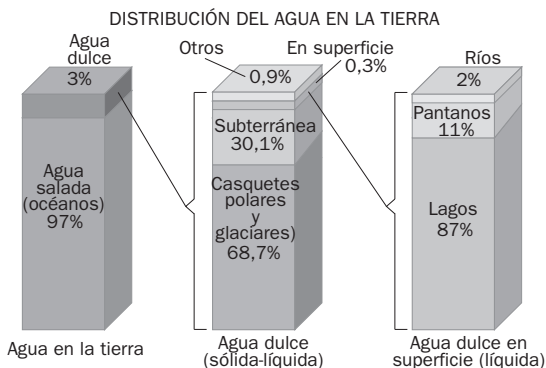


**PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS**

**APLICA LO APRENDIDO.**

**La importancia del agua**

1. Interpreta la siguiente gráfica sobre la distribución del agua en la Tierra.

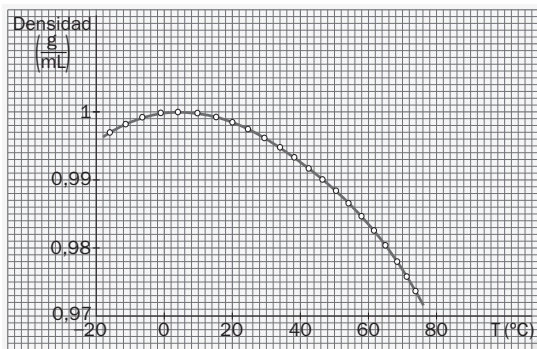


Estas gráficas de barras muestran en dónde se localiza el agua de la tierra y en qué forma ésta existe. Casi un 97% de toda el agua se encuentra en los océanos (y en los mares salados que se localizan en partes interiores de los países).

El 3% restante corresponde a la porción de toda el agua de la Tierra que no se encuentra en los océanos. De ahí, la mayoría (un 68,7%), se encuentra en glaciares y capas de hielo, principalmente en Groenlandia y la Antártica y un 30,1% es agua subterránea.

El resto, un 1,2%, es agua dulce de superficie que se distribuye según muestra la barra de la derecha: un 87% en lagos, un 2% en ríos y un 11% en pantanos, que es de donde la gente se surte del agua para uso diario (aproximadamente un 0,004% del total).

2. La gráfica representa la densidad del agua frente a la temperatura y en ella se ve que la densidad máxima (1 g/mL) se da para agua a 4 °C. ¿Por qué los lagos se congelan desde la superficie hacia el fondo?

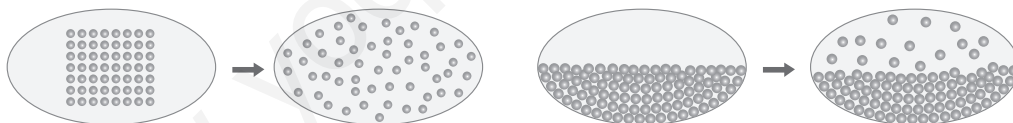


El agua presenta una anomalía poco frecuente. Las sustancias, al enfriarse suelen contraerse; el agua por el contrario, a una temperatura de, aproximadamente, 4 °C se dilata; es decir, cuando se empieza a congelar se cristaliza dejando espacios entre sus partículas y ocupando más volumen.

Lo normal sería que cuando un sustancia se enfría se vaya al fondo y ascienda la parte más caliente, pero debido a esta propiedad característica del agua, al enfriarse ocupa más espacio con la misma cantidad de partículas, o sea sufre una disminución de densidad y puede flotar, formando así una capa sobre el agua que aún está en estado líquido.

Es por eso que cuando los lagos se congelan lo hacen desde la superficie.

3. Los esquemas siguientes representan dos cambios de estado del agua, según el modelo de la teoría cinético-molecular. Los círculos simbolizan en ambos casos moléculas de agua.



- Razona qué cambio de estado representa cada proceso.
- Según la teoría cinética, ¿cambian las partículas (moléculas) de agua al cambiar de estado?
- Cuando se produce un cambio de estado, ¿qué cambia y qué no, según dicha teoría?

- El primer proceso representa el cambio de sólido a gas, es decir, una sublimación. El segundo proceso representa una evaporación, es decir, un paso de las partículas de la superficie del líquido a estado gaseoso.
- Las moléculas de agua no modifican su estructura al cambiar de estado.
- Cambia la ordenación de las moléculas sin que varíe la temperatura.

4. En la clausura de la Expo 2008 celebrada en Zaragoza, el científico Federico Mayor Zaragoza leyó la Carta del Agua de Zaragoza con las conclusiones de la intensa actividad que ha desarrollado la Tribuna del Agua, soporte científico y técnico de la muestra, a través de ponencias, conferencias y debates. Accede a la página de la Carta del Agua a través de este enlace: <http://www.e-sm.net/fq3eso26> y destaca tres de las recomendaciones que se hacen en dicha carta con carácter universal y otras tres hechas a los poderes públicos, usuarios del agua y ciudadanos.

**A. CON CARÁCTER UNIVERSAL**

**A3** Que se impulse una gestión del agua participativa, eficiente y solidaria, de modo que fomente la responsabilidad individual y colectiva, mediante el desarrollo compartido de conocimiento y experiencias.

**A5** Que las soluciones y los modelos de gestión hídrica se adapten a los niveles de desarrollo, cultura, y capacidades sociales y económicas de cada territorio y sociedad.

**A8** Que el abastecimiento de agua potable y la recolección y el tratamiento de las aguas residuales son prioritarios. Las administraciones públicas deben garantizarlos con tarifas justas y que aseguren la cobertura de los costes.

**B. A LOS PODERES PÚBLICOS, USUARIOS DEL AGUA Y CIUDADANOS**

*B1 Que se protejan de modo eficaz los ecosistemas, por su valor intrínseco y para garantizar las fuentes de agua.*

*B5 Que se someta al control público la gestión de los servicios públicos de agua y saneamiento.*

*B12 Que se apliquen criterios de racionalidad económica que promuevan la eficiencia y la sostenibilidad, al tiempo que incorporen principios de justicia social y ambiental en la gestión del agua.*

**LEE Y COMPRENDE.****¡Arriba y cada vez más lejos!**

- ¿De qué materiales era el primer globo diseñado por los hermanos Montgolfier?**  
Constaba de un saco de lino esférico recubierto de papel
- Los globos modernos, ¿qué combustible queman?**  
Propano
- ¿Qué tipo de globo se empleó en la primera circunnavegación de la Tierra?**  
Se empleó un globo de helio.
- ¿Cómo influye la densidad de los gases para que los globos aerostáticos asciendan?**  
Deben usarse gases menos densos que el aire, como el helio o el hidrógeno (aunque este último es inflamable y muy peligroso)
- ¿Qué tipo de bolsa empleó Charles en el diseño de su globo y por qué?**  
Fabricó una bolsa de seda recubierta con hule, porque el hidrógeno puede escapar con facilidad de una bolsa de papel.
- En la actualidad los globos que vuelan más tiempo cuentan con una o más celdas, ¿de qué son?**  
Cuentan con una o más celdas llenas de helio (no inflamable) y también una celda en la cual se puede calentar aire.
- Explica, con ayuda del diccionario, el significado de las siguientes palabras: pie, libra, milla, aerostático, hule.**  
Pie: Medida de longitud usada en muchos países, aunque con varia dimensión. En Castilla equivale a 28 cm.  
Libra: Unidad de peso anglosajona que equivale a 453,5 gramos.  
Milla: Medida de longitud itineraria, que adopta distintos valores según los usos. La milla terrestre equivale a 1609 metros.  
Aerostático: Que se mantiene en equilibrio en el aire.  
Hule: Tela resistente y flexible barnizada al óleo por uno de sus lados o plastificada para impermeabilizarla.
- En los primeros globos aerostáticos, ¿por qué la densidad del gas en el interior de los mismos es menor que la de la atmósfera circundante?**  
En un globo aerostático, cuando se calienta el aire se expande. Ante la imposibilidad de aumentar el volumen dentro del globo, el aire sale del mismo y, como resultado, queda menos aire en él. Al haber menos masa de aire en un mismo volumen, el gas del interior del globo tiene menor densidad que la atmósfera circundante, por lo cual el globo asciende.
- En los globos actuales, ¿cuál es la misión del helio? ¿Cuál es la misión de la celda que contiene aire que se puede calentar?**  
El helio permite que el globo se eleve y la celda que contiene aire caliente permite realizar ajustes en la elevación: desplazándose a una altitud distinta o compensando el enfriamiento del helio durante la noche.
- Escribe un texto sobre la evolución de los globos aerostáticos, desde el primero, el de los Montgolfier, hasta los actuales que han circunvalado el mundo.**  
La mayoría de nosotros estudiamos que los hermanos Montgolfier fueron los primeros que pusieron un globo aerostático en el aire, sin embargo, merece la pena considerar como pionero de esta forma de volar al francés Pilatre de Rocier. Dicho personaje realizó el que podemos considerar como "primer vuelo tripulado" en 1783. Conjuntamente con el Marqués de Arlandés, consiguieron elevarse con un globo alimentado por el humo de una hoguera unos 1000 metros de altura, recorriendo una distancia aproximada de 12 kilómetros.  
Durante el siglo XIX, la evolución de los globos aerostáticos dio paso a los nuevos dirigibles que, para mantenerse elevados disponían de un depósito estanco de gas menos denso que el aire, y también de un motor que permitía determinar con exactitud el recorrido a realizar.  
Los fatales accidentes que en las primeras décadas del siglo XX ocurrieron con este tipo de aeronaves, unidos a los avances de la aviación "convencional" a hélice, hicieron que los globos quedaran relegados a un segundo plano. En España, desde finales del siglo XVIII se tiene constancia de que los inventos aeronáuticos franceses fueron probados. Así, durante el siglo XIX, aparecen progresivamente reflejadas en la prensa de la época, gran cantidad de exhibiciones de vuelos en globo.  
Paralelamente a lo lúdico, los globos van siendo introducidos en el ámbito militar; prueba de ello es el proyecto desarrollado durante el reinado de Alfonso XII (a finales del siglo XIX) que pretendía ofertar la posibilidad de realizar el servicio militar en Aerostación. En lo deportivo, es en 1906 cuando se crea en España el primer club de Aerostación "Real Club de España" promovido por Jesús Fernández Duro, apareciendo posteriormente gran cantidad de exhibiciones y concentraciones auspiciadas por dicha entidad.