

# 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/cm<sup>2</sup>. Indica su intensidad luminosa en:

a) cd/cm<sup>2</sup>

b) cd/m<sup>2</sup>

$$a) 0,5 \text{ kcd/cm}^2 = 500 \text{ cd/cm}^2$$

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

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

a) Exprésalo en nanómetros.

b) Escríbelo 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:  $3,4 \pm 0,1 \text{ A}$

La cifra  $\pm 0,1$  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:

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

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

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

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

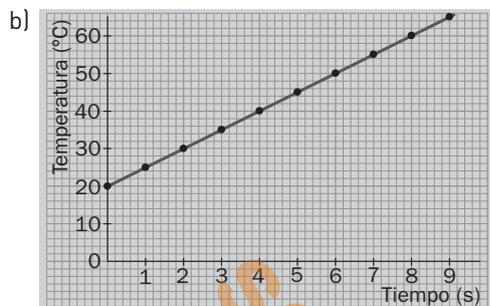
$$\epsilon_{a5} = x_5 - \bar{x} = 162 - 163 = -1 \text{ cm}; \quad \epsilon_{r5} = \frac{|\epsilon_{a5}|}{\bar{x}} = \frac{1}{163} = 0,006 \Rightarrow 0,6\%$$

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.

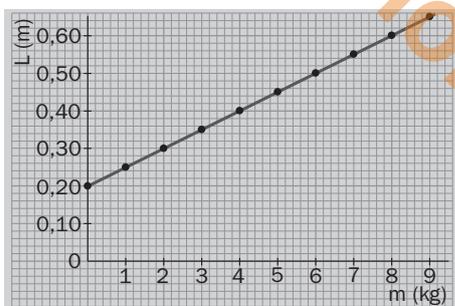
- a) Identifica las variables del problema y ordena los datos en una tabla.
  - b) Representa los datos en una gráfica.
  - c) Determina gráficamente cuándo alcanzará el agua los 80 °C y qué temperatura tendrá a los 15 s.
- a) Las variables son la temperatura del agua y el tiempo. La tabla de los valores 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  $\mu\text{m}$ .
- 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  $\text{cm}^2$ .
- e) El volumen de una lata de bebida es 333  $\text{cm}^3$ .
- f) El volumen del líquido contenido en una botella de agua mineral es 75 mL.
- g) Un peatón camina con una velocidad de 90  $\text{cm/s}$ .
- h) Un automóvil lleva una velocidad de 90  $\text{km/h}$ .

- 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](http://www.e-sm.net/fq3eso19) y clasifica las siguientes unidades en básicas y derivadas.

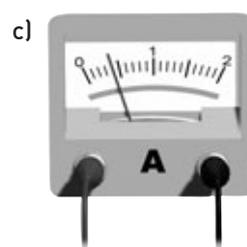
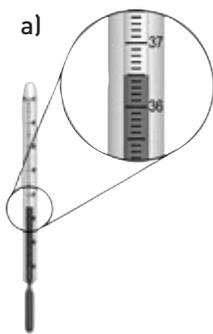
- a) Metro cuadrado.
- c) Metro por segundo.
- e) Vatio.
- a) Kilogramo.
- d) Kelvin.
- f) Julio.

Unidades básicas: kilogramo, kelvin.

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

Solucionario descargado de <https://solucionarios.academy/>

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 °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 °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 m<sup>2</sup>.
  - 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 m<sup>2</sup>      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 m<sup>2</sup>.
- 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 s; 2,3 s; 2,2 s; 2,5 s; 2,4 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:

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

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

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/m<sup>3</sup>.

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

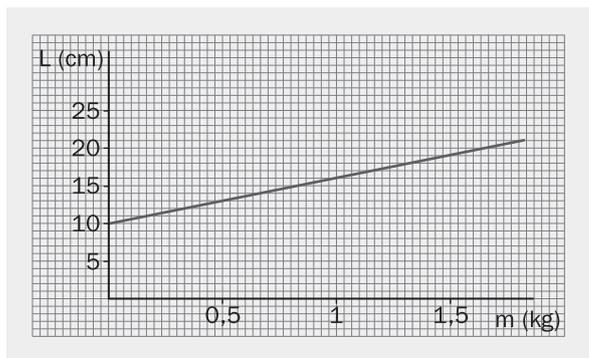
b)

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.



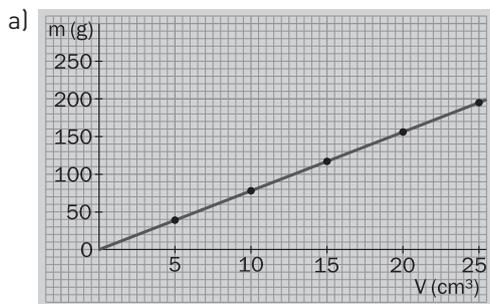
- a) Identifica el tipo de función matemática al que corresponde esta gráfica.
- b) ¿Cuál es la longitud natural del muelle (sin colgar de él ningún peso)?
- c) Indica la longitud del muelle si se suspende de él una masa de 0,5 kg.
- d) Escribe la función matemática que expresa la relación entre las 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  $12 \text{ cm}^3$  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  $989,217332 \text{ mm}^3$ .

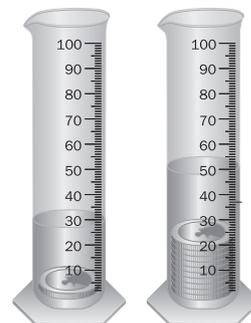
- h) Escribe este resultado utilizando un número apropiado de cifras significativas.
- i) Exprésalo en unidades del SI.

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](http://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  $1000 \text{ mm}^3$ . 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.

## 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.

$$\text{Volumen de la esfera: } V = \frac{1}{2} \pi r^3 = 4188,8 \text{ cm}^3 = 4,19 \text{ dm}^3$$

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

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).

Volumen de la habitación:  $10 \times 5 \times 3 = 150 \text{ m}^3$ . Masa =  $V \cdot d = 150 \text{ (m}^3) \cdot 1,3 \text{ (kg/m}^3) = 195 \text{ kg}$ .

5. El *porexpan* 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.

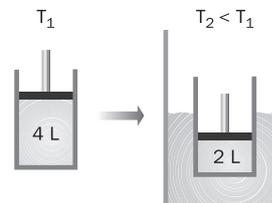
b) Es falso, al convertirse en líquido las partículas se cohesionan mucho y aumenta la densidad pero siguen quedando huecos entre ellas.

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.

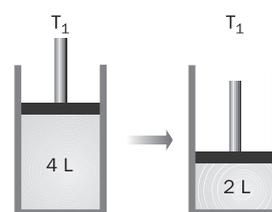
Según la teoría cinética, al disminuir la temperatura disminuye la velocidad media de las partículas y por tanto también su energía cinética. Entonces, la intensidad de los choques y su frecuencia será menor con lo que baja la presión y el émbolo.



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?

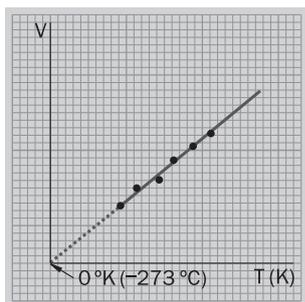
Se trata de una transformación a T constante que cumple la ley de Boyle:  $p \cdot V = \text{cte}$

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

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

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.

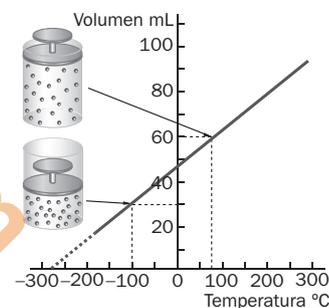
La expresión de Charles y Gay-Lussac viene dada con T en kelvin ( $V = \text{cte} \cdot T$ ). A dicha expresión le corresponde la ecuación de una recta que pasa por el origen ( $y = ax$ ), es decir:



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**

- 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.
- ¿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:
- La densidad de los sólidos es mayor que la de los líquidos.
  - 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.
  - En un cubo de 1 cm<sup>3</sup> de volumen no cabe 1 mL de agua.
  - 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?

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

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 qué conclusión llegarías?
  - ¿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, destaramos y lo llenamos de aceite hasta que la balanza marca 212,5 g.
- Calcula la densidad del aceite.
  - 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?

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

- 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?

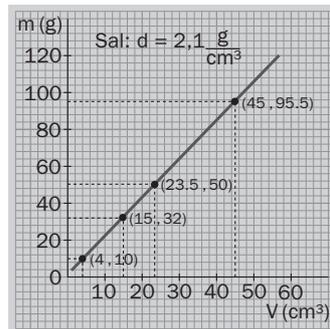
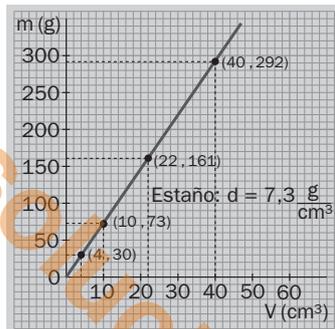
$$d = \frac{m}{V} = \frac{0,84 \cdot 10^{-3}(\text{t})}{620 \cdot 10^{-6}(\text{m}^3)} = 1,35 \text{ t/m}^3$$

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.

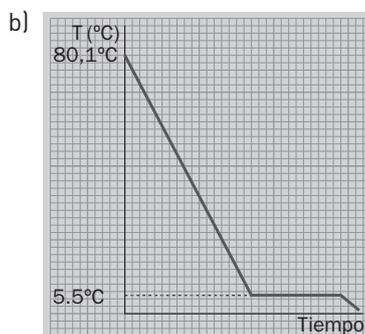
27. En la siguiente tabla se muestran algunas propiedades del benceno.

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.

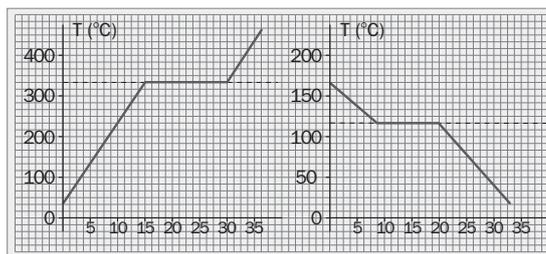
a) Masa = V d = 250 · 0,88 = 220 g



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?



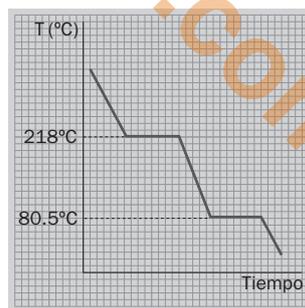
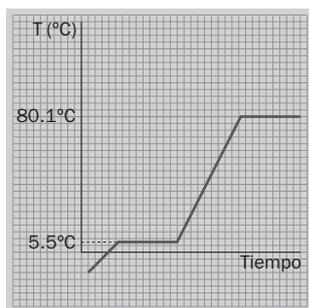
- a) La primera es una gráfica de calentamiento que nos indica que:
  - Hemos tomado una sustancia a una temperatura inicial aproximada de 25 °C y la hemos calentado.
  - En torno al minuto 15 se ha alcanzado una temperatura de unos 327 °C, inalterable mientras el sólido se funde.
  - Seguidamente la 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

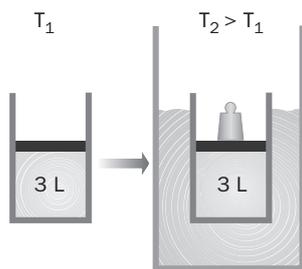
- a) La temperatura de fusión es de 5,5 °C por lo que solidifica antes que el agua. Aparecería en estado sólido.
- b) Permanece líquido entre 98 y 885 °C.
- c) Gráfica de calentamiento
- d) Naftaleno: gráfica de enfriamiento



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.

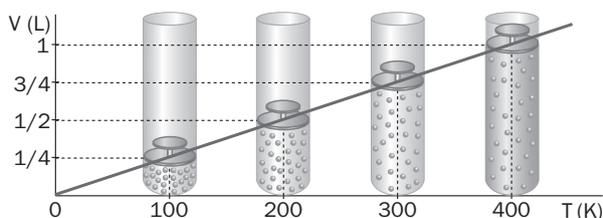
- a) Tomamos un globo y lo adaptamos a la embocadura de un matraz. Si este se calienta poco a poco, se observa cómo el globo aumenta de volumen.
  - b) Se empapa un poco de algodón en amoníaco y se introduce en el extremo de un largo tubo de cristal. Al cabo de un rato se observa que un trozo de papel 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	

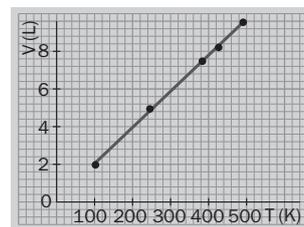
- a) ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- b) Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

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	

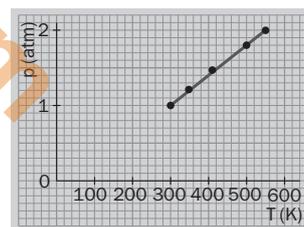
- a) ¿A qué ley experimental de los gases hace referencia? Representa gráficamente estos datos.
- b) Calcula la constante que relaciona las variables. ¿Qué magnitudes permanecen constantes?

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

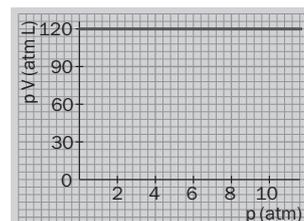
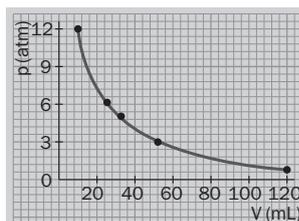
b) La relación viene dada por:  $\frac{T}{p} = 300 \text{ K/atm} = \text{cte}$ . Permanece constante el volumen.



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?

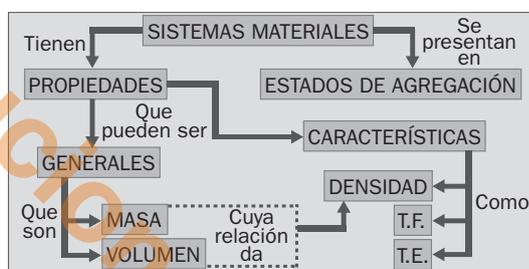
Aplicamos la ley de Charles y Gay-Lussac a volumen constante:  $\frac{T}{p} = cte$ ;  $\frac{273 + 40}{1,2} = \frac{T}{5,0}$ . Despejando resulta:  $T = 1304 \text{ K}$

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?

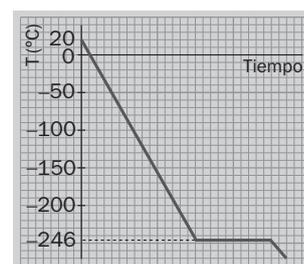
a) masa = volumen · densidad = 3,6 · 0,9 = 3,24 g

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:  $\frac{T}{V} = cte$ ;  $\frac{293 \text{ (K)}}{3,6 \text{ (L)}} = \frac{77 \text{ (K)}}{V}$ ;  $V = 0,95 \text{ L}$

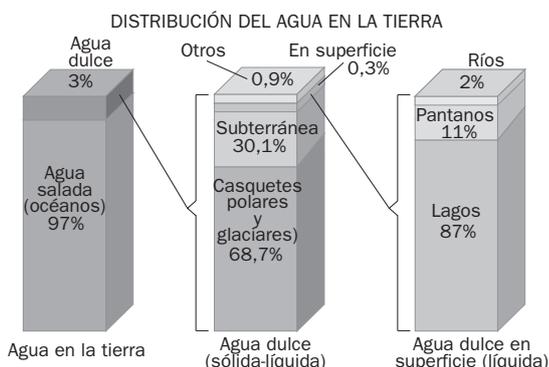


**PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS**

**APLICA LO APRENDIDO.**

**La importancia del agua**

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

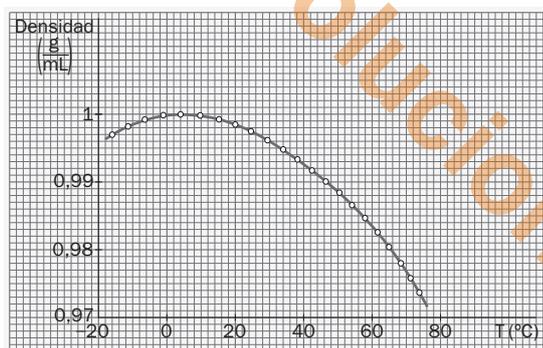


Estas gráficas de barras muestran en dónde se localiza el agua de la tierra y en qué forma ésta existe. Casi un 97% de toda el agua se encuentra en los océanos (y en los mares salados que se localizan en partes interiores de los países).

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?

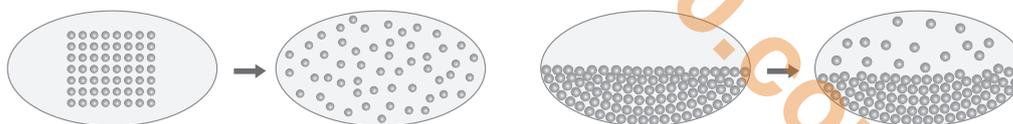


El agua presenta una anomalía poco frecuente. Las sustancias, al enfriarse suelen contraerse; el agua por el contrario, a una temperatura de, aproximadamente, 4 °C se dilata; es decir, cuando se empieza a congelar se cristaliza dejando espacios entre sus partículas y ocupando más volumen.

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!

1. **¿De qué materiales era el primer globo diseñado por los hermanos Montgolfier?**  
Constaba de un saco de lino esférico recubierto de papel
2. **Los globos modernos, ¿qué combustible queman?**  
Propano
3. **¿Qué tipo de globo se empleó en la primera circunnavegación de la Tierra?**  
Se empleó un globo de helio.
4. **¿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)
5. **¿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.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **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.
10. **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.

## Unidad 3 Mezclas, disoluciones y sustancias puras

### DESARROLLA TUS COMPETENCIAS

1. **Observa la fotografía. A simple vista, ¿dirías que la leche es homogénea o heterogénea? ¿Y al microscopio?**  
A simple vista parece una mezcla homogénea, pero al microscopio aparece como una mezcla heterogénea.
2. **¿Qué le pasa a la leche si se expone a la luz? ¿A qué se debe su color blanco?**  
Si la leche se expone a la luz, las vitaminas que la constituyen se descomponen. El color se debe a la presencia de caseína, una proteína de color blanco que se encuentra en la leche.

### EXPERIMENTA

Fabrica tu propio yogur casero. ¿Por qué crees que se introduce la mezcla obtenida en una bolsa térmica?

La mezcla obtenida se introduce en una bolsa térmica para mantener la temperatura constante y favorecer la fermentación del yogur.

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. **Clasifica como homogéneos o heterogéneos los siguientes sistemas materiales: un trozo de cobre, agua salada, hierro oxidado, una ensalada.**  
Homogéneos: Un trozo de cobre y agua salada. Heterogéneos: Hierro oxidado y ensalada.
2. **Al mezclar dos sistemas materiales homogéneos, ¿se produce siempre un sistema material heterogéneo?**  
No necesariamente. La mezcla de ciertos gases (sistemas materiales homogéneos) da como resultado el aire (sistema material igualmente homogéneo). La mezcla de arena (sistema material homogéneo) con aire, da lugar a un sistema material heterogéneo.
3. **Infórmate en internet sobre las dispersiones coloidales. Define espuma, emulsión y gel, e indica alguna de sus aplicaciones comerciales.**  
Un coloide es un sistema físico-químico formado por dos fases: una *continua*, normalmente fluida, y otra *dispersa* en forma de partículas, por lo general sólidas. La fase dispersa es la que se halla en menor proporción.  
Una **emulsión** es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea: un líquido (fase dispersa) es dispersado en otro (fase continua o fase dispersante). Las **espumas** difieren de las emulsiones en que la fase dispersa es un gas y forma burbujas mucho más grandes que los glóbulos de las emulsiones. Un **gel** es un sistema coloidal donde la fase continua es sólida y la dispersa es líquida.
4. **Un sólido formado por partículas de  $3 \cdot 10^{-4}$  mm de tamaño está disperso en un líquido. Indica de qué tipo es la mezcla y cómo podría separarse.**  
Se trata de una mezcla heterogénea y puede separarse mediante filtración o centrifugación.
5. **Explica cómo separar una mezcla de arena, sal común y serrín. Haz un esquema del procedimiento.**  
Añadiendo la mezcla a un vaso con agua conseguimos que el serrín flote y podemos separarlo por arrastre. Al poco tiempo, removiendo, se disuelve la sal y podemos separar la arena por decantación o filtración. En el papel de filtro se queda la arena y en el filtrado pasa la disolución salina. Seguidamente, por evaporación, podemos recuperar la sal. Sedimentación, decantación y flotación son técnicas que se usan mucho en minería o depuración de aguas residuales.
6. **Indica cómo se podrían separar los componentes de una mezcla formada por agua, aceite y tetracloruro de carbono, sabiendo que son líquidos inmiscibles.**  
Las densidades de cada uno son: agua =  $1 \text{ g/cm}^3$ ; aceite =  $0,92 \text{ g/cm}^3$ ; tetracloruro de carbono =  $1,59 \text{ g/cm}^3$ . Por tanto, si los colocamos en un embudo de decantación saldrá primero el tetracloruro de carbono, luego el agua y por fin el aceite.
7. **Explica el proceso que seguirías para obtener alcohol etílico (punto de ebullición:  $78 \text{ }^\circ\text{C}$ ) a partir de vino tinto.**  
Disponemos vino tinto en un alambique de destilación y empezamos a calentar. Al llegar a los  $78 \text{ }^\circ\text{C}$  el alcohol, que es el componente más volátil, se evapora y atraviesa el refrigerador con lo que condensa y se recoge.

8. Indica en cuáles de los métodos de separación citados anteriormente se produce un cambio de estado.

En efecto, muchos de los métodos de separación de los componentes de una disolución, se basan en un cambio de estado. Por ejemplo: evaporación del disolvente (sea evaporación al ambiente o a sequedad), destilación en un alambique, destilación fraccionada del aire precedida de una licuación.

9. Señala los pasos que debe seguir para preparar 250 cm<sup>3</sup> de una disolución de azúcar de 60 g/L, si dispones de una probeta, azúcar, una balanza y agua.

Calculamos la cantidad necesaria de azúcar:

$$m_{\text{azúcar}} = 60 \text{ (g/L)} \cdot 0,25 \text{ (L)} = 15 \text{ g}$$

Tomamos un vidrio de reloj limpio y seco y se pesan en él 15 g de azúcar. Se pasan a un vaso con una pequeña cantidad de agua destilada y se agita hasta disolver. Seguidamente se vierte el contenido a un matraz de 250 cm<sup>3</sup>. Se pasan sucesivas porciones de agua por el vaso para recoger todo el azúcar y se vierte al matraz con cuidado. En las proximidades del enrase se añade agua gota a gota con un cuentagotas hasta completar la disolución. Luego se etiqueta y se guarda.

10. La etiqueta de cierta marca de leche indica que contiene un 1,6% en peso de materia grasa. Si el litro de leche pesa 1060 g. ¿cuál es la concentración de materia grasa en g/L?

$$\text{Materia grasa total} = \frac{1,6}{100} \cdot 1060 = 16,96 \text{ g. Por tanto}$$

la concentración es de 16,96 g/L

11. ¿Cómo crees que puede afectar la contaminación térmica de las aguas a la vida en ellas? Explícalo utilizando la teoría cinética.

En el curso alto de los ríos, la temperatura es más baja y mayor la solubilidad del oxígeno en agua, lo que favorece el desarrollo de especies que necesitan mucho oxígeno, como la trucha.

La contaminación térmica es aquella que provoca un aumento artificial de la temperatura del agua, lo que disminuye la cantidad de oxígeno disuelto y ciertas especies no pueden vivir. En efecto, según la teoría cinética, al aumentar la temperatura aumenta la energía cinética media de las moléculas de gas, que tienen más probabilidades de escapar de la disolución.

12. Para disolver mejor un terrón de azúcar se agita el líquido con una cucharilla. Explica qué variables aumentan: la velocidad del proceso, la solubilidad o la concentración.

La solubilidad varía con la temperatura, pero no tiene que ver con la agitación. Lo mismo cabe decir de la concentración. Por tanto, solo se modifica la velocidad del proceso.

13. Analiza la gráfica correspondiente de esta página e indica qué cantidad máxima de sulfato de cobre (II) se disolverá en 200 g de agua a 20 °C.

La solubilidad del sulfato de cobre a 20 °C es de 21 g/100 cm<sup>3</sup> de agua. Por tanto, en 200 g de agua se disuelven 42 g.

14. Razona según el modelo cinético por qué cuanto más finamente dividido está un sólido más rápidamente se disuelve.

Para desmoronar una red sólida, las partículas de disolvente entran en interacción con las partículas del sólido, estableciendo fuerzas atractivas que las arrancan de la red. Cuanto más dividido esté el sólido más superficie de contacto habrá y más rápida será la disolución.

15. Una mezcla de 22 mL de etanol y 22 mL de agua ocupa un volumen final de 42,6 mL. ¿Cuál crees que es la razón?

Según la teoría cinética, al disolverse una sustancia en otra, las partículas de la primera se recolocan en los huecos dejados por la segunda, con lo que puede haber reajustes de volumen. Es decir, que el volumen de dos sustancias que se disuelven no es aditivo.

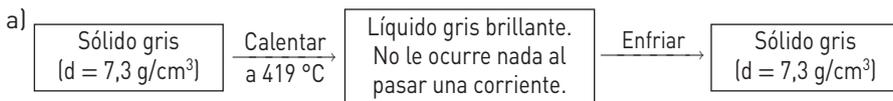
16. Explica el comportamiento de una disolución de etanol y agua al calentarla, si hierve a 90 °C.

Se inicia la ebullición a 90 °C y la temperatura sigue subiendo progresivamente hasta 100 °C, a medida que va desapareciendo el alcohol y la mezcla se concentra más en el otro componente, el agua. Es un comportamiento característico de las mezclas y permite distinguirlas de las sustancias puras.

17. Una sustancia de aspecto homogéneo comienza a hervir a 50 °C y continúa hirviendo a medida que aumenta su temperatura. ¿Es una disolución o una sustancia pura?

Es una disolución y no una sustancia pura. En las disoluciones, la temperatura aumenta durante el cambio de estado, mientras que en las sustancias puras, ésta permanece constante.

18. Explica y compara los siguientes procesos.



El esquema señala dos métodos para saber si un sistema material es un elemento o un compuesto: la descomposición térmica y la electrólisis. Al calentar, el sólido cambia de estado pero no se descompone. Tampoco se descompone con la corriente porque vuelve a su estado inicial. Se trata de un elemento.



El clorato potásico sí es un compuesto porque se descompone por calor en otros sistemas más simples.

19. Explica qué tipos de procesos han tenido lugar en las siguientes situaciones y en qué se diferencian.

a) Se separa una mezcla de hierro y azufre mediante un imán.

b) Se calienta sulfuro de hierro hasta una temperatura muy alta y se descompone en dos sustancias diferentes: azufre y hierro.

a) Se trata de una mezcla heterogénea en la que, cada sustancia mantiene sus propiedades. Pueden separarse mediante un procedimiento físico sencillo que aprovecha las diferentes propiedades magnéticas de uno y otro y que no afecta a la estructura íntima de las sustancias.

b) El sulfuro de hierro es un compuesto. Al calentarlo sufre una descomposición que hace que el compuesto desaparezca y aparezcan dos sustancias nuevas (elementos), cada una de ellas con propiedades características propias y distintas de las originales.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. ¿Cuál es la mezcla heterogénea? ¿Qué técnica de separación se usa?

La mezcla heterogénea está formada por sulfato de cobre (II) y arena. Sus componentes se separan por disolución selectiva seguida de filtración.

2. ¿Dónde aparece una mezcla homogénea? ¿Cómo se separan sus componentes y qué sustancia pura resulta?

La mezcla homogénea es la del sulfato de cobre (II) en agua. Sus componentes se separan mediante evaporación a sequedad y mediante evaporación al ambiente. Se obtiene sulfato de cobre (II) cristalizado.

## ACTIVIDADES

21. Para cada gráfico, indica el rótulo adecuado.

1.º - b) Mezcla homogénea (gas).

2.º - d) Disolución.

3.º - c) Sustancia pura (gas).

4.º - a) Sustancia pura (sólido)

22. Clasifica en homogéneos o heterogéneos los siguientes sistemas materiales.

a) Azúcar disuelto en agua. Homogéneo.

b) Gasolina y agua. Heterogéneo.

c) Alcohol y agua. Homogéneo.

d) Salsa mayonesa. Homogéneo (a simple vista).

e) Gelatina. Homogéneo (a simple vista).

23. En construcción se emplea el cemento como material de agarre. Para ello, se mezcla con arena y agua en diversas proporciones formando un conjunto que se amasa. Indica si el sistema material formado es homogéneo o heterogéneo. Se trata de un sistema material heterogéneo.

24. La sangre se somete a centrifugación para separar sus componentes (separar los glóbulos del suero). Sin embargo, a simple vista se trata de un sistema material homogéneo. ¿Crees que será una mezcla homogénea? Razona la respuesta.  
El aspecto de un sistema material puede variar según el método que se utilice para su observación. A simple vista algunos sistemas parecen homogéneos pero si se observan al microscopio se observan discontinuidades. La sangre, por ejemplo, parece homogénea a simple vista pero al microscopio se observa que es una mezcla heterogénea.
26. Indica procedimientos de separación para las siguientes mezclas heterogéneas.
- Limaduras de hierro+arena+sal.** Mediante un imán podemos separar las limaduras de hierro. Seguidamente disolvemos la mezcla arena+sal haciendo que la sal pase a la disolución. Filtrando recuperamos la arena en el papel de filtro. Seguidamente, por evaporación, podemos recuperar la sal.
  - Agua+gasolina+aceite.** Con un embudo de decantación, dadas sus diferentes densidades.
  - Limaduras de hierro + azufre + agua.** Primero filtramos la mezcla con lo que se queda en el papel las limaduras de hierro + azufre, dado que ninguno es soluble en agua. Seguidamente se seca la mezcla sólida y mediante un imán se separa el hierro.
  - Garbanzos + lentejas.** Mediante tamizado. Se hace pasar la mezcla por un tamiz que solo permita el paso de las partículas más pequeñas; en este caso, las lentejas.
27. Dibuja y explica procedimientos que puedan emplearse para separar en sustancias puras los sistemas materiales siguientes.
- Agua + aceite.** Se puede usar un embudo de decantación. El agua, más densa, saldrá primero.
  - Arena + sal común.** Podemos disolver la mezcla en agua: la sal pasará a la disolución y la arena no. Por filtración separamos la arena. Evaporando después, recogemos la sal.
  - Agua + arena + sal común + acetona (la sal no es soluble en acetona).** Primero filtramos para separar la arena, que no se habrá disuelto ni en agua ni en acetona. Acto seguido, mediante una destilación fraccionada recogemos la acetona en el primer condensado. El resto será una disolución de la sal en agua. Se evapora y se recoge la sal. Si se quiere recoger también el agua, se continúa en el matraz de destilación hasta recoger las fracciones de acetona y agua, cada una por su lado. En el fondo del matraz habrá quedado la sal.
28. Indica para qué se utiliza un embudo de decantación y si se podrían separar con él las siguientes mezclas:
- Agua + gasolina.
  - Agua + aceite.
  - Alcohol + agua.
- Se utiliza para separar mezclas líquidas inmiscibles, cuyas densidades son diferentes. Sirve para a) y b), no para c).
29. La mayonesa es un tipo de dispersión coloidal, denominada emulsión, de pequeñas gotitas de aceite en vinagre o zumo de limón. Busca información sobre las emulsiones, por ejemplo en [www.e-sm.net/fq3eso32](http://www.e-sm.net/fq3eso32), e indica cuál es el papel de la yema del huevo en la mayonesa.  
La yema de huevo contiene un emulsionante denominado lecitina. La lecitina rodea a las gotitas de aceite e impide que se unan unas a otras (estabilizan la emulsión).
30. Razona cuál es la opción correcta.
- La solubilidad de los gases aumenta con la temperatura.
  - Los componentes de una disolución pueden mezclarse en proporciones variables.
  - La disolución concentrada es la que no admite más soluto disuelto.
  - El soluto tiene distinto estado de agregación que la disolución.
- Falso, la solubilidad de los gases disminuye con la temperatura.
  - Cierto, de hecho cada proporción corresponde a una concentración.
  - Falso, así se denomina a una disolución saturada.
  - Falso, existen muchas disoluciones en las que soluto y disolvente tienen el mismo estado de agregación; por ejemplo, aire (gas-gas), licor (líquido-líquido) o una aleación (sólido-sólido).
31. En un proceso de fabricación realizado en una industria química se obtiene una mezcla de dos sustancias gaseosas: propano ( $C_3H_8$ ) y clorometano ( $ClCH_3$ ). El clorometano es soluble en agua, pero no el propano. Observa el dibujo y explica:
- ¿Qué procedimiento se ha seguido para separar las dos sustancias?
  - ¿Qué tipo de mezcla forman inicialmente los dos gases?
- Se ha utilizado una disolución selectiva de gases. Se hace pasar la mezcla por agua, donde se disuelve el clorometano. El propano (insoluble) se extrae a la salida. Seguidamente, se calienta la disolución de clorometano para que dicho gas se desprenda.
  - Inicialmente, forman una mezcla homogénea.

32. La tabla siguiente contiene diversos datos sobre el aire.

	% en volumen	Temperatura de ebullición (°C)
Nitrógeno	78	-196
Oxígeno	20	-183
Argón	0,9	-186
Dióxido de carbono	0,03	-78,5
Vapor de agua	0,4-4	100

- a) ¿Qué técnica se puede utilizar para separar el nitrógeno y el oxígeno del aire?  
 b) ¿Qué cantidad de cada componente se puede obtener a partir de 25 m<sup>3</sup> de aire?

a) El aire es una disolución de gases con dos componentes mayoritarios, nitrógeno y oxígeno, y una ínfima cantidad de otros componentes. La técnica de separación es la destilación, la cual tiene lugar en dos etapas: licuación y destilación fraccionada. La licuación se basa en el hecho de que los gases, por debajo de cierta temperatura, se enfrían al expandirse bruscamente.

Primero se eliminan el vapor de agua y el dióxido de carbono. A continuación, el gas se somete a una presión de 200 atmósferas y luego se deja expandir. Después de sucesivas expansiones, el aire licua y se recoge a unos 200 grados bajo cero. Se introduce así en una columna de destilación fraccionada cuya temperatura aumenta de manera gradual y controlada: empieza a hervir a -193 °C y se separa el nitrógeno. Seguidamente se separa una fracción a -183 °C constituida prácticamente sólo por oxígeno y argón. Luego se vuelve a destilar esta mezcla para separarlos.

b) N<sub>2</sub>: 19,5 m<sup>3</sup>; O<sub>2</sub>: 5 m<sup>3</sup>; Ar: 0,225 m<sup>3</sup>; CO<sub>2</sub>: 7,5 · 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>; Vapor de agua: 0,1 a 1 m<sup>3</sup>

33. El petróleo, una vez decantadas las fracciones sólidas, es una mezcla homogénea de hidrocarburos. Infórmate en una enciclopedia o en internet, y haz un esquema con los métodos que se utilizan para separar esos hidrocarburos y el uso que de ellos se hace posteriormente.

El petróleo se separa en mezclas más simples de hidrocarburos mediante destilación fraccionada. Los hidrocarburos que se obtienen son: gas (butano y propano), gasolina ligera (nafta), gasolina pesada, keroseno, gasóleo, fuel doméstico y fuel pesado.

34. Un antiguo método para separar el oro nativo de otros minerales era formar una amalgama con mercurio, que posteriormente se eliminaba calentando dicha amalgama y evaporando el mercurio. Indica qué tipo de mezcla es una amalgama e infórmate sobre los inconvenientes del método.

Es una mezcla sólida homogénea (aleación). Los vapores de mercurio son altamente tóxicos.

36. Indica las diferencias en la variación de la solubilidad de los sólidos y los gases en agua, en función de la temperatura.

Al aumentar la temperatura, la solubilidad de los sólidos aumenta y la de los gases, disminuye.

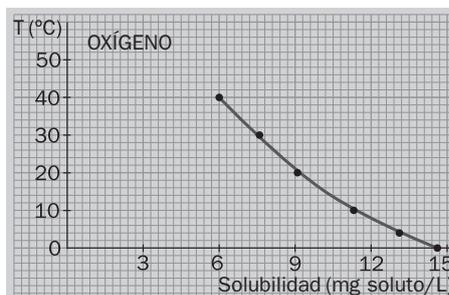
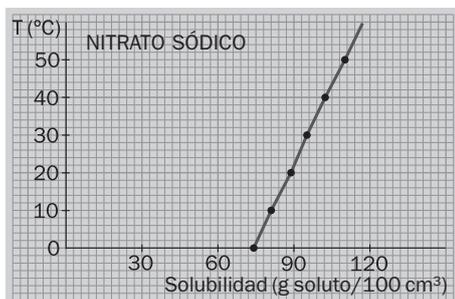
37. Las siguientes tablas de datos presentan la solubilidad en agua del oxígeno y del nitrato de sodio.

Solubilidad (g soluto/100 cm <sup>3</sup> )	74	81	88	95	102,5	110
Temperatura (°C)	0	10	20	30	40	50

Solubilidad (mg soluto/L)	14,6	13,1	11,3	9,1	7,6	6
Temperatura (°C)	0	4	10	20	30	40

- a) Representa gráficamente los datos. ¿Cuál corresponde a cada uno?  
 b) A partir de la gráfica, indica por aproximación la solubilidad de la sal y del oxígeno a 25 °C.  
 c) ¿Qué cantidad de nitrato de sodio podemos disolver en 4 L de agua a 30 °C?  
 a) El primero es el nitrato sódico. El segundo es el oxígeno.  
 b) Nitrato de sodio: 91,5 (g/100 cm<sup>3</sup> de agua). Oxígeno: 8,4 mg/L

c) Si a 30°C la solubilidad es de 95 g/100 cm<sup>3</sup> significa que en un litro será: 950 g/1000 cm<sup>3</sup>. En cuatro litros: 4 · 950 (g) = 3800 g de NaNO<sub>3</sub>.



38. Calcula el tanto por ciento en peso de soluto en las siguientes disoluciones.

- a) 40 g de sal en 250 g de agua.  
 b) 50 g de azúcar en 1 kg de disolución.  
 c) 12 g de nitrato de plata en 0,5 L de agua.

$$a) \% = \frac{40 \text{ g}}{40 \text{ (g)} + 250 \text{ (g)}} \cdot 100 = 13,8\%$$

$$b) \% = \frac{50}{1000} \cdot 100 = 5\%$$

$$c) \% = \frac{12}{500 + 12} \cdot 100 = 2,3\%$$

39. El alcohol etílico, cuando alcanza una concentración de 0,04% en volumen en sangre, produce una intoxicación. Si una persona de 70 kg tiene 5 L de sangre, calcula el volumen de alcohol que produce la intoxicación.

Cantidad que produce intoxicación:

$$\frac{0,04}{100} \cdot 5000 \text{ cm}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2 \text{ cm}^3$$

41. El nitrógeno del aire se encuentra en una proporción aproximada del 80% en volumen. ¿Cuánto nitrógeno hay en un aula cuyo volumen de aire es 120 m<sup>3</sup>?

Aplicando el porcentaje:  $0,8 \cdot 120 = 96 \text{ m}^3$  de N<sub>2</sub>.

42. Para endulzar el café de una taza, de 50 cm<sup>3</sup> de volumen y 51 g de masa, se utiliza un azucarillo de 16 g de masa. Suponiendo que el volumen de la disolución resultante es 50,2 cm<sup>3</sup>, determina:

- a) Su concentración en % en masa.  
 b) Su concentración en g/L.  
 c) La densidad del café dulce resultante.

$$a) 100 \cdot \frac{16}{51 + 16} = 23,88\%$$

$$b) \frac{16 \text{ (g)}}{0,0502 \text{ (L)}} = 318,7 \text{ g/L}$$

$$c) d = \frac{67 \text{ (g)}}{50,2 \text{ (cm}^3)} = 1,3 \text{ g/cm}^3$$

43. El envase de una bebida alcohólica indica que tiene 5,5°.

- a) Explica qué quiere decir esta indicación.  
 b) Determina el volumen de alcohol que ingiere una persona si toma 400 cm<sup>3</sup> de esa bebida.  
 c) Suponiendo que la densidad del alcohol es 0,79 g/cm<sup>3</sup>, calcula la cantidad de alcohol etílico que ha ingerido.  
 d) ¿Sería prudente que esa persona condujese un vehículo? ¿Y legal, de acuerdo con la legislación europea?  
 e) Reflexiona sobre las causas e investiga sobre las consecuencias del consumo de alcohol (puedes consultar, por ejemplo, la página del Ministerio de Sanidad a través del enlace: [www.e-sm.net/fq3eso33](http://www.e-sm.net/fq3eso33)). Elabora un breve informe, con datos estadísticos, sobre la incidencia del consumo de alcohol en nuestra sociedad.

a) Significa que el 5,5% en volumen es alcohol puro.

b)  $0,055 \cdot 400 = 22 \text{ cm}^3$  de alcohol.

c)  $m = V d = 22 \cdot 0,79 = 17,4 \text{ g}$  de alcohol.

44. La composición de un medicamento indica que contiene ácido acetilsalicílico (principal componente de la popular aspirina), con una concentración en % en masa del 32%.

Determina la cantidad de ácido acetilsalicílico que ingiere una persona cuando toma un sobre de 450 mg de ese medicamento.

$$0,32 \cdot 450 = 144 \text{ mg de ácido acetilsalicílico.}$$

45. Los valores normales de glucosa en sangre varían entre 70 mg/dL y 110 mg/dL. El análisis de sangre de una persona indica que tiene 0,8 mg/cm<sup>3</sup>.

- a) Indica si este valor está dentro de la normalidad.  
 b) Calcula su concentración en sangre de glucosa en g/L.

a) Sí, pues  $0,8 \text{ mg/cm}^3 = 800 \text{ mg/L}$ . Los valores son: 700 mg/L y 1100 mg/L (está dentro de lo normal).

b) 0,8 g/L

46. Razona cuál es la opción correcta.

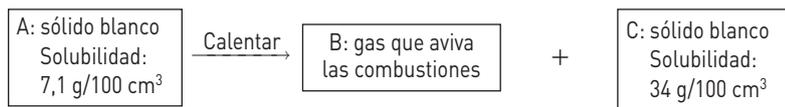
- a) Todos los sistemas homogéneos son sustancias puras.
- b) Todas las sustancias puras son compuestos.
- c) Un *compuesto* es una sustancia pura que se puede descomponer en otras sustancias puras.
- d) Los elementos de un compuesto pueden estar en proporciones variables.

La opción correcta es la c).

47. ¿Cómo se puede demostrar experimentalmente que el agua destilada es una sustancia pura? ¿Cómo se puede demostrar que es un compuesto?

Calentándola hasta ebullición y comprobando que durante el cambio de estado, la temperatura permanece constante comprobaremos que es una sustancia pura. Descomponiéndola mediante electrólisis, comprobamos que es un compuesto.

48. Describe el siguiente proceso.



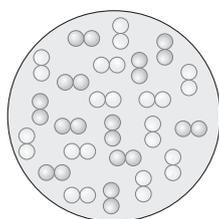
- a) ¿Se cita alguna propiedad característica de las sustancias puras?
  - b) ¿Cuál de las sustancias puede ser una sustancia simple y cuál un compuesto? ¿Por qué?
- a) Se cita la solubilidad, que nos permite saber que los dos sólidos A y C son distintos y que, por tanto, ha tenido lugar una descomposición.
- b) Puesto que el sólido A se descompone por el calor en otros más sencillos, significa que A es un compuesto. Probablemente, el gas B es oxígeno, que aviva, en efecto, las combustiones. No podemos saber si C es un elemento o un compuesto: habría que comprobar que, a su vez, no se descompone por calor o electrólisis.

50. Reflexiona sobre la clasificación de las sustancias puras en sustancias simples o elementales y compuestos, en vez de clasificarlas en elementos y compuestos. Describe las diferencias entre el concepto de sustancia simple y el concepto de elemento.

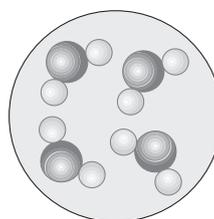
La clasificación más adecuada a los contenidos vistos en este tema es la de "sustancia simple" y "sustancia compuesta". Y ello debido a que el concepto de elemento viene asociado al de átomo y específicamente al de núcleo atómico, que es quien en definitiva determina a un elemento. Por eso no se debe identificar sustancia simple con elemento.

51. Las sustancias puras y las mezclas pueden presentar ambas un aspecto homogéneo. Sin embargo, hay diferencias fundamentales en su composición. Realiza el esquema de un modelo cinético para ambas que ponga de manifiesto estas diferencias.

A simple vista puede confundirse una sustancia pura con una mezcla: por ejemplo agua pura con agua salada. Pero no así en su constitución íntima:



Mezcla



Sustancia pura

52. Observa los gráficos, y describe en detalle los procesos que tienen lugar.

- a) Se trata de un proceso de cristalización. Las moléculas de líquido se han evaporado y el sólido ha adoptado una estructura cristalina y se ha depositado en el fondo del vaso.
- b) El sistema final es distinto que el inicial, lo que significa que el primero ha sufrido una descomposición térmica. A juzgar por el gráfico, el primer sistema es un **compuesto** constituido por varias sustancias y se ha descompuesto en sus **elementos** originales.

53. Se dispone de un vaso con 600 g de agua del grifo y de otro vaso con una disolución de 100 g de sal en 500 g de agua. Se calientan hasta su ebullición y se anotan tiempos y temperaturas. Ambos líquidos empiezan a hervir en el minuto 8 y se obtienen las siguientes tablas de datos.

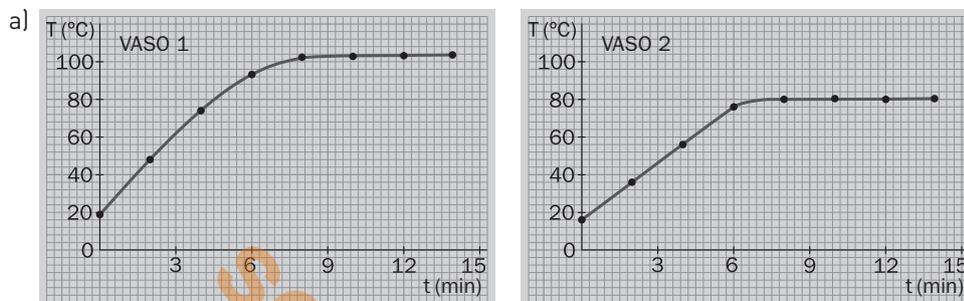
Primer vaso:

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
T (°C)	19	48	74	93	102,4	103,0	103,5	103,8

Segundo vaso:

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14
T (°C)	16	36	56	76	100,2	100,2	100,2	100,2

- Representa gráficamente estos datos.
- ¿Qué gráfica corresponde a la disolución salina? ¿Cuál es su concentración en % en masa?
- ¿De qué otras maneras se podría saber qué vaso contiene la disolución y cuál el agua?



- b) La primera gráfica corresponde a la disolución salina porque su temperatura de ebullición es más alta y no permanece constante durante el proceso, al contrario que la gráfica 2ª, típica de una sustancia pura. Su concentración es:

$$\% = \frac{16}{51 + 16} \cdot 100 = 16,67\%$$

- c) La forma más sencilla de saberlo, es colocar sendas muestras en dos cápsulas de porcelana y evaporar a sequedad. En una de ellas aparecerá gran cantidad de residuo seco (sal).

54. En un restaurante, el cocinero está preparando un plato de la siguiente manera: pica una lechuga, un tomate y una cebolla; añade gambas cocidas y peladas mezclando todo en un cuenco.

A continuación, mezcla en las proporciones adecuadas un huevo batido con aceite, vinagre y sal, batiendo la mezcla para conseguir salsa mayonesa.

Después, pone una rodaja de pescado en una parrilla y cuando está asada, la presenta en una fuente junto con la mezcla anterior, y la mayonesa en un recipiente aparte.

La comida se sirve junto con una botella de agua, una copa de vino, vinagre y sal yodada.

- Identifica todas las mezclas heterogéneas que se citan en el párrafo anterior y también sus componentes. ¿Se podrían separar de nuevo todos sus componentes?
  - Identifica todas las mezclas homogéneas citadas y también sus componentes. Indica cómo se podrían separar de nuevo sus componentes.
  - La mayonesa preparada, ¿es una mezcla homogénea o heterogénea?
  - ¿Qué sustancias puras se citan en el texto? ¿Cuáles son sustancias simples y cuáles son compuestos?
  - ¿Qué crees que sucede en el pescado cuando se asa?
- Ensalada (lechuga, tomate, cebolla y gambas); mayonesa (huevo, aceite, vinagre y sal); vino (agua, jugo de uvas y alcohol); vinagre (agua y ácido acético); Sal yodada: Cloruro y yodato de sodio).
  - Vino, vinagre y sal yodada.
  - Heterogénea (a simple vista parece homogénea).
  - El agua es una sustancia pura.

## PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

### APLICA TUS CONOCIMIENTOS.

#### Las mezclas y la cocina

- ¿Qué tipo de mezcla es este gazpacho? ¿Su preparación implica procesos físicos o químicos?

A simple vista parece una mezcla homogénea, pero si observamos con más detalle veremos que se trata de una mezcla heterogénea. Su preparación implica, sobre todo, procesos físicos, pero también hay procesos químicos, como freír un huevo (descomposición de moléculas) o mezclar vinagre con agua (disociación de un ácido).

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

2. Hay una frase del texto donde se describe el fenómeno de la sedimentación. Identifícala y explícala.

“... antes de servirlo, conviene agitarlo mucho, dado que los componentes **sedimentan** y se pueden separar en partes diferenciadas...”. Las partículas más pesadas de la mezcla precipitan al fondo del recipiente. Una buena agitación hará que recuperen su estado inicial.

3. Calentamos el gazpacho hasta su temperatura de ebullición y comprobamos que empieza a hervir a 105 °C. ¿Crees que está mal nuestro termómetro? Dibuja la gráfica de esa ebullición.

El termómetro no está mal. Se trata de una mezcla cuyo componente mayoritario es el agua (punto de ebullición, 100 °C). El resto de los componentes modifican dicha temperatura. La gráfica de esa ebullición será similar a la que se muestra en la página 11 para una mezcla homogénea, en la que la temperatura irá aumentando paulatinamente a partir de 105 °C.

4. ¿Cuál es la diferencia entre majar y macerar? Explica en qué sentido se usa la frase: “Me importa un comino”.

Majar: machacar, romper o aplastar a golpes. Macerar: ablandar una sustancia sólida estrujándola, golpeándola o sumergiéndola en algún líquido a temperatura ambiente. El comino es una especia que se presenta en granos de pequeño tamaño. La frase *me importa un comino* significa “me importa muy poco”.

5. Tanto la refrigeración como la acidez tienen un efecto antibacteriano, ya que aunque no eliminan los agentes patógenos impiden que se reproduzcan. ¿De qué maneras se favorece la conservación del gazpacho?

En la nevera, a baja temperatura y con la adición de vinagre (disolución de ácido acético).

6. Uno de los ingredientes característicos de otra variedad de gazpacho es el tomate. Investiga los beneficios del licopeno, sustancia antioxidante responsable del característico color rojo de los tomates y elabora un resumen.

El **licopeno** es un pigmento vegetal, soluble en grasas, que aporta el color rojo característico a los tomates. Es una sustancia que no sintetiza el cuerpo humano, debiéndolo tomar en la alimentación como micronutriente. Parece que tiene un efecto beneficioso sobre la salud humana, reduciendo la incidencia de algunas patologías cancerosas, cardiovasculares y del envejecimiento.

## LEE Y COMPRENDE.

### Sustancias simples y compuestas

1. ¿Qué llevó a H. Davy a interesarse por la química?

La lectura del tratado de Lavoisier.

2. ¿Cuál fue su primer descubrimiento importante?

El gas hilarante o gas de la risa (óxido nitroso).

3. ¿Qué uso principal le dio Davy a la electricidad?

La utilizó para disociar compuestos.

4. ¿Qué sustancias simples encontró?

Potasio y sodio.

5. ¿Qué método utilizó Davy para descomponer algunas sustancias puras?

La electrólisis.

6. ¿Qué demostró Davy al disolver potasa en agua, haciendo electricidad por la disolución?

Que el agua se descomponía.

7. ¿De dónde provenía el hidrógeno desprendido y qué otro gas obtuvo?

En la descomposición del agua obtuvo hidrógeno y oxígeno.

8. Explica, con ayuda del diccionario, el significado de las siguientes palabras:

Potasa (hidróxido de potasio, KOH): base fuerte de uso común.

Electrodo: material conductor empleado en la fabricación de pilas.

Sosa (hidróxido de sodio, NaOH): base fuerte de uso común.

Elemento: sustancia que no puede ser descompuesta, mediante una reacción química, en otras más simples.

9. ¿Qué sucedió al pasar una corriente eléctrica por potasa recalentada en ausencia de agua?

Aparecieron pequeños glóbulos sobre uno de los electrodos de platino.

Solucionario descargado de <https://solucionarios.academy/>

10. ¿Cómo aisló el potasio y el sodio, y qué propiedades tenían?

Haciendo pasar una potente corriente eléctrica sobre una muestra calentada (electrólisis) aisló sodio y potasio. Poseen alta reactividad química.

11. En el texto se describen diversas sustancias simples y compuestos. Identifica ejemplos de ambos.

Respuesta libre.

12. Escribe de forma escueta los pasos necesarios para obtener sodio por electrólisis en un laboratorio.

A partir de cloruro de sodio (NaCl) fundido.

Solucionarios10.com

## Unidad 4 Los átomos y su complejidad

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Argumenta cómo se explica la ley de la conservación de la masa en las reacciones químicas mediante la teoría atómica de Dalton. Calcula cuánto carbono se necesita para reaccionar exactamente con 32 g de oxígeno y producir 44 g de dióxido de carbono.

En las reacciones químicas los átomos se recombinan, manteniendo su identidad, por tanto no hay variación de la masa.

La masa del carbono más la del oxígeno debe ser igual a la resultante de dióxido de carbono. Por tanto:  
 $m = 44 - 32 = 12 \text{ g}$

2. Al calentar una mezcla de 3,5 g de hierro y 2 g de azufre se obtienen 5,5 g de sulfuro de hierro. Representa el átomo compuesto de este sulfuro según la teoría de Dalton y justifica cómo se explica la ley de las proporciones definidas en este caso.

Según la teoría de Dalton, el átomo compuesto de sulfuro de hierro se forma por la unión de un átomo de hierro y uno de azufre. En cualquier proceso de calentamiento de la mezcla de hierro y azufre, estas proporciones se conservan para formar el sulfuro de hierro, por lo que siempre se guardará una proporción definida entre los pesos de las sustancias.

3. Explica por qué los científicos consideraron insuficiente el modelo atómico de Dalton.

¿Quién propuso el siguiente modelo atómico? ¿Cómo se podía explicar la electrización de la materia?

Lo consideraron insuficiente porque no explicaba la naturaleza eléctrica de la materia.

Thomson propuso un modelo de átomo formado por unas partículas con carga eléctrica negativa (electrones), inmersas en un fluido de carga eléctrica positiva, que daba como resultado un átomo eléctricamente neutro. De este modo se explicaba que la materia pudiera electrizarse al ganar o perder electrones.

4. ¿Por qué Rutherford propuso que el átomo debía tener un núcleo?

Rutherford lanzó partículas alfa, que tienen carga eléctrica positiva, como proyectiles sobre una lámina muy delgada de oro. Observó que la mayoría de las partículas atravesaban la lámina sin desviarse, pero algunas se desviaban en direcciones diferentes. Para explicar estos hechos, Rutherford propuso que la mayor parte de la masa del átomo estaba concentrada en una región muy pequeña del mismo y que el resto estaba prácticamente vacío.

5. Explica, mediante el modelo atómico de Rutherford, por qué el átomo es eléctricamente neutro.

Porque hay el mismo número de electrones en la corteza que de protones en el núcleo.

6. Indica el número de protones y de neutrones del elemento  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ .

Número de protones = número atómico (Z) = 17      Número de neutrones:  $n = A - Z = 35 - 17 = 18$

7. Calcula el número de protones, de electrones y de neutrones de los isótopos del oxígeno: O-16, O-17 y O-18.

Para los tres isótopos: Número de protones = número de electrones = 8

Número de neutrones: O-16:  $n = A - Z = 16 - 8 = 8$     O-17:  $n = A - Z = 17 - 8 = 9$     O-18:  $n = A - Z = 18 - 8 = 10$

8. La masa atómica del calcio es 40,1 u. Expresa este valor en gramos.

$m = 40,1 \text{ u} = 40,1 \text{ (u)} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ (g/u)} = 6,66 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

9. Explica por qué un elemento químico no puede identificarse por el número de neutrones que posee su núcleo atómico, y sin embargo sí por el número de protones.

Los isótopos son los átomos que tienen el mismo número atómico, pero distinto número másico; es decir, tienen el mismo número de protones, pero distinto número de neutrones.

10. Algunas terapias médicas utilizan isótopos radiactivos. En el vídeo: [www.e-sm.net/fq3eso34](http://www.e-sm.net/fq3eso34), identifica el isótopo que se utiliza y haz un breve resumen del procedimiento desarrollado. ¿Qué función tienen los isótopos radiactivos en este tipo de técnicas?

Se utiliza Iridio-192, para evitar que la vena cava vuelva a ocluirse.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

11. Amplía tu información sobre los niveles energéticos y la estructura atómica en [www.e-sm.net/fq3eso35](http://www.e-sm.net/fq3eso35) y realiza las actividades que se proponen.

1. Protones.      2.  $Z = 12$       3. En el número de neutrones.      4. La 4.      5. La 3 y la 5.

12. ¿En cuántos niveles pueden situarse los electrones en un átomo? ¿Cuántos subniveles hay en el nivel 3?

En 7 niveles de energía. En el nivel 3 hay 3 subniveles: s, p y d.

13. Indica cuántos electrones caben como máximo dentro de los siguientes subniveles: 2p, 3d, 4s.

- 2p: 6 electrones.      3d: 10 electrones.      4s: 2 electrones.

14. ¿Qué significa que la configuración electrónica del cloro es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ?

El cloro tiene 2 electrones en el subnivel 1s, 2 en el subnivel 2s, 6 en el 2p, 2 en el 3s y 5 en el 3p.

15. Describe la distribución de partículas subatómicas en el átomo del isótopo 14 del nitrógeno ( $Z = 7$ ).

Número de protones = número de electrones = 7

Número de neutrones:  $n = A - Z = 14 - 7 = 7$

En el núcleo del nitrógeno 14 hay 7 protones y 7 neutrones.

En la corteza atómica hay 7 electrones: 2 en la capa K y 5 en la capa L.

16. Completa en tu cuaderno la siguiente tabla para los isótopos oxígeno 16 y azufre 32.

Símbolo	Z	N.º de protones	N.º de neutrones	N.º de electrones		
				K	L	M
O	8	8	8	2	6	
S	16	16	16	2	8	6

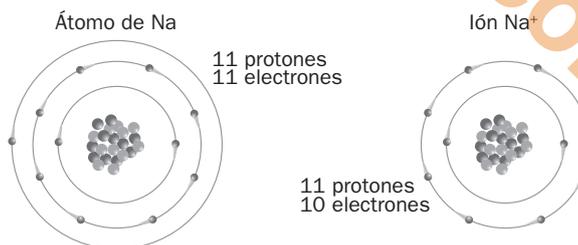
17. ¿En qué ion se transforma un átomo de aluminio cuando pierde 3 electrones?

Catión aluminio (III):  $Al^{3+}$

18. Completa en tu cuaderno la siguiente tabla para los iones  $Na^+$  ( $Z = 11, A = 23$ ) y  $S^{2-}$  ( $Z = 16, A = 32$ ).

Símbolo	Z	N.º de protones	N.º de neutrones	N.º de electrones		
				K	L	M
$Na^+$	11	11	12	2	8	
$S^{2-}$	16	16	16	2	8	8

19. Dibuja la estructura de Bohr (niveles concéntricos en torno al núcleo) para el átomo de sodio y para el ion positivo  $Na^+$ .



20. Señala qué ideas del modelo atómico de Rutherford se mantienen en los modelos atómicos actuales.

El átomo se compone de núcleo y corteza. El núcleo concentra casi toda la masa del átomo y tiene carga positiva. En la corteza se encuentran los electrones, que tienen carga eléctrica negativa. El átomo es en conjunto eléctricamente neutro.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. ¿Por qué debes limpiar cuidadosamente el hilo de nicromo antes de comenzar cada ensayo?

Para evitar que haya trazas de otro elemento que contamine el hilo y desvirtúe el ensayo.

2. Al hacer el ensayo a la llama con una muestra desconocida obtienes una coloración violeta. ¿Qué elemento metálico puede estar presente en la muestra?

El color violeta pálido indica la presencia de potasio.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

## ACTIVIDADES

21. Los volcanes emiten grandes cantidades de sulfuro de hidrógeno, un gas que reacciona con el oxígeno del aire para formar agua y dióxido de azufre, otro gas que contribuye a la lluvia ácida, muy dañina para el medio ambiente. Si 17 g de sulfuro de hidrógeno reaccionan exactamente con 24 g de oxígeno atmosférico para formar 9 g de agua, calcula la cantidad de dióxido de azufre que se produce en este proceso.

La masa de los reactivos es  $17 + 24 = 41$  g. Como la masa se conserva, también habrá 41 g de productos. Así:  
 $9 + m$  (dióxido de azufre) = 41 g  $\Rightarrow$  m (dióxido de azufre) = 32 g

22. Los cítricos son una fuente básica de vitamina C para el organismo. Analizando zumo de naranja, se ha comprobado en el laboratorio que una muestra de ácido ascórbico (vitamina C) contiene 3 g de carbono por cada 4 g de oxígeno.

Posteriormente, al analizar una píldora de vitamina C sintética, se ha comprobado que contiene 0,25 g de carbono. Determina qué cantidad de oxígeno se encuentra en esa píldora.

Según la ley de las proporciones definidas:

23. Sabiendo que 1 g de hidrógeno reacciona con 8 g de oxígeno para formar agua, justifica cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

- a) 10 g de hidrógeno + 80 g de oxígeno  $\rightarrow$  90 g de agua
- b) 15 g de hidrógeno + 80 g de oxígeno  $\rightarrow$  95 g de agua
- c) 10 g de hidrógeno + 90 g de oxígeno  $\rightarrow$  100 g de agua

a) Correcta. Se cumple la ley de conservación de la masa y la ley de las proporciones definidas.

b) Incorrecta. No se cumple la ley de las proporciones definidas (con 15 g de hidrógeno reaccionarían 120 g de oxígeno).

c) Incorrecta. No se cumple la ley de las proporciones definidas (con 10 g de hidrógeno reaccionarían 80 g de oxígeno).

24. El titanio es un metal ligero y resistente muy utilizado en aplicaciones médicas, como prótesis e implantes. Se puede obtener haciendo reaccionar cloruro de titanio (IV) con magnesio metálico; en la reacción se obtiene titanio y cloruro de magnesio.

Para obtener 1 kg de titanio es necesario combinar 3,96 kg de cloruro de titanio con 1,01 kg de magnesio.

Calcula qué cantidad de cloruro de magnesio se produce al obtener 1 kg de titanio.

La reacción es: cloruro de titanio (IV) + magnesio  $\rightarrow$  titanio + cloruro de magnesio

Según la ley de conservación de la masa:  $3,96 + 1,01 = 1 + m$  (cloruro de magnesio);  $m = 3,97$  kg de cloruro de magnesio

26. Investiga en internet la concepción atomista de Demócrito: [www.e-sm.net/fq3eso36](http://www.e-sm.net/fq3eso36).

- a) ¿En qué época vivió Demócrito? ¿Puedes decir quién era Leucipo?
- b) En su concepción atomista, ¿los átomos son perceptibles por los sentidos? ¿Por qué?
- c) ¿Tenía algún apoyo experimental la teoría atomista de Demócrito?

a) En el siglo V antes de nuestra era. Demócrito fue discípulo de Leucipo (se le atribuye la primera concepción atomista).

b) No; los átomos son muy pequeños y no pueden ser percibidos por los sentidos.

c) La teoría atomista de Demócrito era una especulación teórica y carecía de apoyo experimental.

27. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- a) El modelo atómico de Dalton explica la naturaleza eléctrica de la materia.
- b) Todas las partículas subatómicas tienen carga eléctrica.
- c) Según el modelo atómico de Dalton, todos los átomos de un mismo elemento químico son idénticos en masa y propiedades.

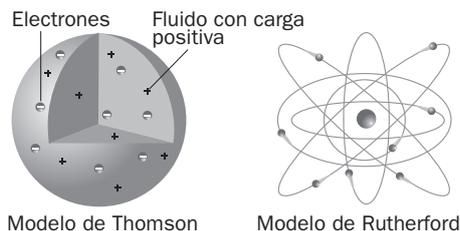
a) Falsa. El modelo atómico de Dalton no permite explicar la naturaleza eléctrica de la materia.

b) Falsa. El neutrón es eléctricamente neutro.

c) Verdadera. La teoría de Dalton consideraba idénticos a los átomos de un mismo elemento químico.

28. Dibuja en tu cuaderno un átomo de oxígeno según el modelo de Thomson y según el modelo de Rutherford.

¿Permiten estos modelos explicar los fenómenos eléctricos?



En ambos modelos se incluye el electrón como partícula constituyente del átomo, por lo que ambos modelos permiten explicar los fenómenos eléctricos.

29. El núcleo atómico tiene un diámetro del orden de  $10^{-15}$  m, y el átomo, del orden de  $10^{-10}$  m.

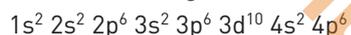
Calcula qué tamaño tendría el átomo si el núcleo tuviera el tamaño de una bola de 1 cm de diámetro.

Relación entre los diámetros del átomo y del núcleo atómico:  $\frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5$

Si el diámetro del núcleo fuera 1 cm ( $10^{-2}$  m), el diámetro del átomo sería:  $D = 10^{-2} \cdot 10^5 = 1000$  m

30. El bromo es un elemento de la familia de los halógenos. Es tóxico y uno de sus usos es la fabricación de productos de fumigación e insecticidas. Sus átomos tienen 35 protones en su núcleo.

Escribe la configuración electrónica de su ion más corriente, el  $\text{Br}^-$  (bromuro).



32. Justifica cuáles de las siguientes configuraciones electrónicas son posibles y cuáles no.

- a)  $1s^1$       b)  $1s^3 2s^2 2p^1$       c)  $1s^2 2s^2$       d)  $1s^2 2s^2 2p^8 3s^2 3p^3$

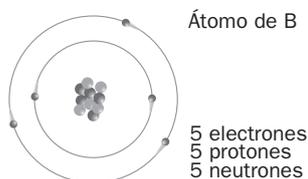
Son posibles la a) y la c). La b) no es posible porque en el nivel 1s solo puede haber un máximo de 2 electrones. La d) no es posible porque en el subnivel 2p puede haber un máximo de 6 electrones.

33. Completa el texto utilizando los siguientes términos: átomo, Dalton, electrón, modelo, núcleo, Rutherford.

El descubrimiento del \_\_\_\_\_ por Thomson demostró que el \_\_\_\_\_ no era indivisible como sostenía la teoría atómica de \_\_\_\_\_. El \_\_\_\_\_ atómico de Thomson permitía explicar la naturaleza eléctrica de la materia, pero no podía ser aceptado tras los experimentos de \_\_\_\_\_. La mayor parte de la masa del átomo está concentrada en el \_\_\_\_\_, en torno al que giran los electrones.

El descubrimiento del *electrón* por Thomson demostró que el *átomo* no era indivisible como sostenía la teoría atómica de *Dalton*. El *modelo* atómico de Thomson permitía explicar la naturaleza eléctrica de la materia, pero no podía ser aceptado tras los experimentos de *Rutherford*. La mayor parte de la masa del átomo está concentrada en el *núcleo*, en torno al que giran los electrones.

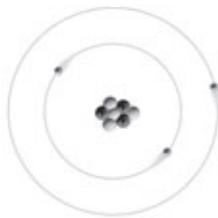
34. Dibuja el esquema de un átomo de boro si  $Z = 5$  y  $A = 11$ .



35. Justifica cuáles de las siguientes afirmaciones están de acuerdo con el modelo atómico de Bohr.

- a) Los electrones describen órbitas circulares en torno al núcleo.
  - b) La energía del electrón en una órbita puede tomar cualquier valor.
  - c) Los electrones permanecen en una órbita estable sin poder saltar a otras órbitas.
  - d) El núcleo atómico es eléctricamente neutro.
  - e) La mayor parte de la masa del átomo está concentrada en su núcleo.
- a) Sí. En el modelo atómico de Bohr los electrones giran en torno al núcleo en órbitas circulares.
  - b) No. La energía de un electrón en una órbita solo puede tener un valor determinado.
  - c) No. Los electrones pueden saltar de unas órbitas a otras absorbiendo o cediendo energía.
  - d) No. El núcleo atómico tiene carga eléctrica positiva.
  - e) Sí. Como en el modelo de Rutherford, el núcleo concentra casi toda la masa del átomo.

36. La siguiente figura es la representación esquemática de un átomo.



- a) Indica el número de protones, de electrones y de neutrones que tiene este átomo.
- b) Escribe su número atómico.
- c) Identifica el elemento químico correspondiente.
- d) Escribe su configuración electrónica.

- a) 3 protones, 3 electrones y 4 neutrones.
- b)  $Z = 3$
- c) Litio (Li).
- d)  $1s^2 2s^1$

37. El hidrógeno ( $Z = 1$ ), el carbono ( $Z = 6$ ), el nitrógeno ( $Z = 7$ ) y el oxígeno ( $Z = 8$ ) son elementos constituyentes de los organismos vivos.

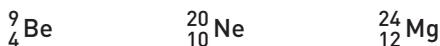
- a) Escribe sus configuraciones electrónicas.
- b) Indica el número de electrones de valencia de cada uno de ellos.

- a) H:  $1s^1$ ; C:  $1s^2 2s^2 2p^2$ ; N:  $1s^2 2s^2 2p^3$ ; O:  $1s^2 2s^2 2p^4$ .
- b) H: 1; C: 4; N: 5; O: 6.

38. Señala las afirmaciones correctas.

- a) El modelo de Dalton explica los experimentos de Rutherford.
- b) El electrón y el protón tienen la misma masa.
- c) La existencia de un núcleo en los átomos fue propuesta por Thomson.
- d) En el modelo atómico de Bohr los electrones se sitúan en unas órbitas de energía determinada.
- a) Incorrecta. El modelo de Dalton no explica la existencia del núcleo atómico ni la existencia de partículas cargadas eléctricamente en el átomo.
- b) Incorrecta. La masa del protón es casi 2000 veces la masa del electrón.
- c) Incorrecta. El modelo atómico de Thomson propone un átomo compacto en el que no existe un núcleo donde se concentre casi toda la masa del átomo.
- d) Correcta. En el modelo atómico de Bohr los electrones solo pueden situarse en determinadas órbitas.

39. Calcula el número de protones, de neutrones y de electrones de los siguientes átomos:



- ${}^9_4\text{Be}$ : Número de protones ( $Z$ ) = número de electrones = 4      Número de neutrones:  $n = A - Z = 9 - 4 = 5$
- ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ : Número de protones ( $Z$ ) = número de electrones = 10      Número de neutrones:  $n = A - Z = 20 - 10 = 10$
- ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ : Número de protones ( $Z$ ) = número de electrones = 12      Número de neutrones:  $n = A - Z = 24 - 12 = 12$

40. El aluminio (masa atómica: 27,0 u) es un material muy utilizado en muchas aplicaciones de la vida cotidiana. Calcula el valor en gramos de la masa de un átomo de aluminio.

$$m = 27,0 \text{ u} = 27,0 (\text{u}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ (g/u)} = 4,48 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

41. Razona si estas afirmaciones son correctas o incorrectas.

- a) Los electrones situados en la capa N de un átomo se denominan electrones de valencia.
- b) Si un átomo neutro queda con un exceso de carga positiva se transforma en un catión.
- c) El número de neutrones del núcleo de un átomo es igual al número másico.
- a) Incorrecta. Se denominan electrones de valencia los electrones situados en la última capa.
- b) Correcta. Un ion con carga positiva se denomina catión.
- c) Incorrecta. El número másico es igual a la suma del número de protones y el número de neutrones.

42. Refleja en una tabla el número de protones, neutrones (isótopos más abundantes) y electrones en cada capa de los siguientes iones:  $H^+$ ,  $Mg^{2+}$  y  $Cl^-$ .

Ion	Z	Número de protones	Número de neutrones	Número de electrones		
				K	L	M
$H^+$	1	1	0			
$Mg^{2+}$	12	12	12	2	8	
$Cl^-$	17	17	18	2	8	8

43. Describe la distribución en capas de los electrones en los iones  $O^{2-}$ ,  $Mg^{2+}$  y  $Al^{3+}$ .

El ion  $O^{2-}$  se ha formado al ganar 2 electrones el átomo de O; por tanto, número de electrones =  $Z + 2 = 18 + 2 = 10$

El ion  $Mg^{2+}$  se ha formado al perder 2 electrones el átomo de Mg; por tanto, número de electrones =  $Z - 2 = 12 - 2 = 10$

El ion  $Al^{3+}$  se ha formado al perder 3 electrones el átomo de Al; por tanto, número de electrones =  $Z - 3 = 13 - 3 = 10$

Todos ellos tienen 10 electrones y la misma distribución en capas: 2 en la 1.ª capa y 8 en la 2.ª.

44. Las principales partículas constituyentes del átomo son el electrón, el protón y el neutrón. Sus respectivas masas son: electrón,  $5,486 \cdot 10^{-4} u$ ; protón, 1,007 28 u; neutrón, 1,008 67 u.

a) Exprésalas en gramos.

b) Calcula cuántos protones hay en 1 g de protones y cuántos electrones hay en 1 g de electrones.

a) Neutrón:  $m = 1,008\ 67\ u = 1,008\ 67\ (u) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}\ (g/u) = 1,674 \cdot 10^{-24}\ g$

Protón:  $m = 1,007\ 28\ u = 1,007\ 28\ (u) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}\ (g/u) = 1,672 \cdot 10^{-24}\ g$

Electrón:  $m = 5,486 \cdot 10^{-4}\ u = 5,486 \cdot 10^{-4}\ (u) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}\ (g/u) = 9,107 \cdot 10^{-28}\ g$

b)  $N = \frac{1\ (g)}{1,672 \cdot 10^{-24}\ (g / \text{protón})} = 6,0 \cdot 10^{23}\ \text{protones}$        $N = \frac{1\ (g)}{9,107 \cdot 10^{-28}\ (g / \text{electrón})} = 1,1 \cdot 10^{27}\ \text{electrones}$

45. Completa esta tabla para los iones  $S^{2-}$  ( $Z = 16$ ,  $A = 32$ ) y  $Ca^{2+}$  ( $Z = 20$ ,  $A = 40$ ).

Ion	Z	Número de protones	Número de neutrones	Número de electrones		
				K	L	M
$S^{2-}$	16	16	16	2	8	8
$Ca^{2+}$	20	20	20	2	8	8

46. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

a) El número atómico de un elemento es el número de neutrones que tiene en su núcleo.

b) El número másico de un elemento es igual al número de partículas que tiene en su núcleo.

c) La suma del número de electrones y del número de neutrones de un átomo neutro es igual a su número másico.

d) Los iones negativos son átomos que han perdido sus electrones de valencia.

a) Falsa. El número atómico de un elemento es el número de protones que tiene en su núcleo.

b) Verdadera. El número másico es la suma del número de protones y de neutrones que tiene en su núcleo atómico.

c) Verdadera, pues el número de electrones es igual al número de protones en un átomo neutro.

d) Falsa. Los iones negativos son átomos que han ganado electrones.

48. El cloro es un elemento muy utilizado para desinfectar el agua en las piscinas. En la naturaleza hay dos isótopos del cloro: el Cl-35, con una abundancia relativa del 75%, y el Cl-37, con una abundancia relativa del 25%. Indica:

a) Los protones y los neutrones que hay en el núcleo de cada uno de estos isótopos.

b) La configuración electrónica de cada uno de estos isótopos.

c) La masa atómica del cloro (en u).

d) Cuántos átomos hay en 10 g de cloro.

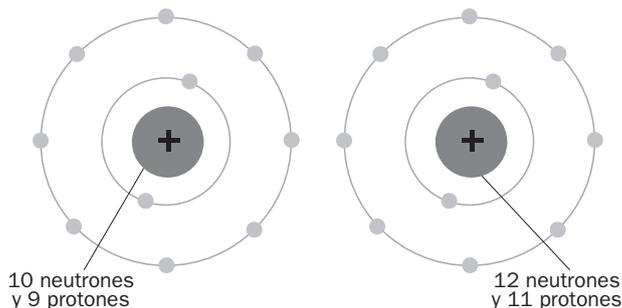
a) En ambos,  $Z = 17$  protones. N.º de neutrones:  $n(Cl-35) = A - Z = 35 - 17 = 18$ ;  $n(Cl-37) = A - Z = 37 - 17 = 20$

b) En ambos: N.º de electrones = número atómico ( $Z$ ) = 17. Configuración electrónica de ambos:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

c) La masa promedio de las masas de los isótopos es:  $m = 35 \cdot \frac{75}{100} + 37 \cdot \frac{25}{100} = 35,5u$

d) La masa de un átomo de cloro es 35,5 u. Por tanto, en 10 g de cloro hay:  $N = \frac{10\ g}{35,5(u) \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-24}(g)}{1(u)}} = 1,70 \cdot 10^{23}\ \text{átomos}$

49. La siguiente figura es la representación esquemática de dos iones.



- a) Indica el número de protones, de electrones y de neutrones de cada uno de estos iones.
- b) Escribe sus números atómicos respectivos.
- c) Identifica los elementos químicos correspondientes.
- d) Escribe la configuración electrónica de cada uno de estos iones.
- e) Señala qué tienen en común y en qué se diferencian estos iones.

a) Número de protones:  $F^-$ , 9;  $Na^+$ , 11.

Número de electrones: 10 (ambos).

Número de neutrones:  $F^-$ , 10;  $Na^+$ , 12.

b)  $F^-$ :  $Z = 9$

$Na^+$ :  $Z = 11$

c) Flúor y sodio.

d)  $F^-$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$

$Na^+$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$

e) Tienen la misma configuración electrónica, pero tienen distinto número atómico y distinto número másico.

50. El boro (B) se utiliza en pirotecnia para obtener el color verde en los fuegos artificiales. En la naturaleza hay dos isótopos del boro ( $Z = 5$ ): el B-10 y el B-11.

- a) Indica los protones y los neutrones que hay en el núcleo de cada uno de estos isótopos.
- b) Escribe la configuración electrónica de cada uno de ellos.
- c) Calcula la abundancia relativa de cada isótopo, si la masa atómica del boro es 10,8 u.

a) En ambos isótopos: número de protones = número atómico ( $Z$ ) = 5

Número de neutrones: 5 en el boro 10 ( $n = A - Z = 10 - 5 = 5$ )

6 en el boro 11 ( $n = A - Z = 11 - 5 = 6$ )

b) En ambos isótopos: número de electrones = número atómico ( $Z$ ) = 5

Configuración electrónica de ambos isótopos: 2 electrones en la 1.<sup>a</sup> capa y 3 en la 2.<sup>a</sup>.

c) Si la abundancia relativa del boro 10 es  $x\%$ , la abundancia relativa del boro 11 es  $(100 - x)\%$ . La masa promedio de las masas de los isótopos es 10,8 u:

$$m = 10 \cdot \frac{x}{100} + 11 \cdot \frac{100 - x}{100} = 10,8 \Rightarrow 10x + 11 \cdot (100 - x) = 1080 \Rightarrow x = 20 \quad \text{Hay: } 20\% \text{ [B-10] y } 80\% \text{ [B-11].}$$

51. Relaciona cada componente de la primera columna con el correspondiente de la segunda:

Número de protones	Ion positivo
Número de neutrones	Átomo con carga eléctrica
Catión	Número atómico
N.º partículas del núcleo	N.º másico - N.º atómico
Ion	Número másico
Número de protones	Número atómico
Número de neutrones	N.º másico - N.º atómico
Catión	Ion positivo
N.º partículas del núcleo	Número másico
Ion	Átomo con carga eléctrica

52. Los científicos investigan la construcción de reactores de fusión nuclear que sustituyan a los actuales reactores de fisión nuclear.

La fusión nuclear es el proceso mediante el cual se genera la energía en las estrellas, como nuestro Sol. Los reactores de fusión nuclear producirían pocos residuos radiactivos y suministrarían cantidades de energía casi inagotables. Como materias primas para producir energía los reactores de fusión nuclear necesitarán deuterio y tritio. El deuterio es un isótopo del hidrógeno ( $Z = 1$ ) de número másico 2. Indica:

- El número atómico del deuterio.
- El número de neutrones que tiene en su núcleo.
- La configuración electrónica.
- La masa atómica expresada en gramos.
- Dibuja el esquema de un átomo de deuterio.

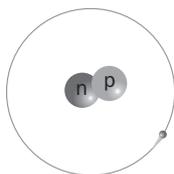
a)  $Z = 1$ , que es el que corresponde al elemento hidrógeno.

b)  $n = A - Z = 2 - 1 = 1$

c)  $1s^1$ , que es la que corresponde al elemento hidrógeno.

d)  $m = 2 \text{ u} = 2 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 3,32 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

e)



53. El deuterio se encuentra en el mar en la proporción de 30 g de deuterio por cada metro cúbico de agua marina. Calcula:

a) La cantidad de deuterio que hay en 1 L de agua de mar.

b) La cantidad de agua marina que se necesita para disponer de 1 g de deuterio.

a) Si en  $1 \text{ m}^3$  de agua marina hay 30 g de deuterio, en 1 L hay:  $m = 30 \cdot 10^{-3} = 0,030 \text{ g}$

b)  $V = \frac{1(\text{g})}{0,030(\text{g/L})} = 33\text{L}$

54. El tritio es un isótopo del hidrógeno ( $Z = 1$ ) de número másico 3. Indica:

- El número atómico del tritio.
- El número de neutrones que tiene el tritio en su núcleo.
- La configuración electrónica.
- La masa atómica expresada en gramos.
- Dibuja el esquema de un átomo de tritio.

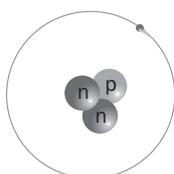
a)  $Z = 1$ , que es el que corresponde al elemento hidrógeno.

b)  $n = A - Z = 3 - 1 = 2$

c)  $1s^1$ , que es la que corresponde al elemento hidrógeno.

d)  $m = 3 \text{ u} = 3 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 4,98 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

e)



55. Aunque el tritio es un isótopo natural del hidrógeno, se obtiene por bombardeo con neutrones del litio ( $Z = 3$ ), un elemento relativamente abundante en la corteza terrestre. El litio (Li) natural está formado por dos isótopos: Li-6 (7,5%) y Li-7 (92,5%).

Indica:

- a) La configuración electrónica de los isótopos Li-6 y Li-7.
- b) El número de neutrones de los átomos de estos isótopos.
- c) La configuración electrónica del ion  $\text{Li}^+$ .
- d) Calcula la masa atómica del litio natural.

a)  $1s^2 2s^1$ , que es la que corresponde al elemento litio.

b) Li-6:  $n = A - Z = 6 - 3 = 3$       Li-7:  $n = A - Z = 7 - 3 = 4$

c) El  $\text{Li}^+$  tiene dos electrones:  $1s^2$ .

d)  $m = 7,5 \cdot \frac{6}{100} + 92,5 \cdot \frac{7}{100} = 6,93 \text{ u}$

## PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

### INTERACCIONA CON EL MUNDO FÍSICO

#### Los isótopos radiactivos

1. Explica el significado de los siguientes términos: diagnóstico, terapéutico, patógeno, geocronología.

Diagnóstico: Calificación que da el médico a la enfermedad según los signos que advierte.

Terapéutico: Parte de la medicina que enseña los preceptos y remedios para el tratamiento de las enfermedades.

Patógeno: Que origina y desarrolla una enfermedad.

Geocronología: Disciplina científica que se ocupa de la datación, absoluta y relativa, de la Tierra.

2. Consulta el enlace <http://www.e-sm.net/fq3eso37> sobre el uso de los isótopos radiactivos para la conservación de alimentos.

a) Enumera las razones que aconsejan la conservación de los alimentos.

b) ¿Cuáles son los principales objetivos de la irradiación de alimentos? ¿Cuándo se comenzó a irradiar los alimentos?

En el mundo mueren cada año miles de personas como producto del hambre. Las técnicas de irradiación se utilizan para aumentar el período de conservación de los alimentos y no genera efectos secundarios en la salud humana, siendo capaz de reducir en forma considerable el número de organismos patógenos presentes en muchos alimentos de consumo masivo.

### LEE Y COMPRENDE

#### Teorías atómicas de Thomson y Rutherford

1. ¿Qué son las partículas  $\alpha$ ?

Son unidades materiales muy veloces y penetrantes (cationes  $\text{He}^{2+}$ ).

2. ¿Quiénes colaboraron en el experimento de dispersión de partículas  $\alpha$  de Rutherford?

Geiger y Marsden.

3. ¿Qué propuso Rutherford para explicar la desviación observada de las partículas  $\alpha$ ?

Que la masa del átomo se concentraba en una partícula pequeña y densa, el núcleo atómico.

4. ¿Por qué la suposición de Thomson sobre el átomo era satisfactoria?

Porque suponía un sistema electrostáticamente estable.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

5. ¿Qué motivó que Rutherford se sorprendiera al conocer los resultados del experimento de desviación de partículas  $\alpha$ ?

Rutherford esperaba que todas las partículas atravesaran la lámina de oro.

6. Si el modelo de Thomson hubiera sido correcto, ¿qué resultados habrían obtenido Rutherford y sus colaboradores al desviar partículas  $\alpha$  con láminas metálicas?

Ninguna partícula  $\alpha$  habría sido desviada con ángulos tan grandes.

7. ¿Por qué Rutherford consideraba incompatible el modelo atómico de Thomson con su experimento?

Porque Thomson suponía que la masa del átomo estaba dispersa por todo el espacio que ocupaba el átomo.

8. Explica, con la ayuda del diccionario, las siguientes palabras: consistente, dispersión, haz, partícula.

Consistente: Que tiene consistencia.

Dispersión: Sustancia aparentemente homogénea, en cuyo seno hay otra finamente dividida.

Haz: Conjunto de partículas o rayos luminosos de un mismo origen, que se propagan sin dispersión.

Partícula: Parte pequeña de materia.

9. ¿Quiénes habían trabajado con cuerpos radiactivos antes que Rutherford?

Los esposos Curie.

10. ¿Por qué el átomo de Thomson era un sistema electrostáticamente estable? ¿Por qué se eligieron las partículas  $\alpha$  para atravesar las láminas metálicas?

Porque las fuerzas electrostáticas de repulsión entre los electrones pueden equilibrar la fuerza atractiva entre la masa cargada positivamente y los propios electrones. Las partículas  $\alpha$  se eligieron por ser muy veloces y penetrantes.

11. Explica cómo el texto muestra que las teorías científicas nunca se pueden considerar definitivas.

Porque las teorías pueden ser refutadas o simplemente completadas mediante la experimentación.

12. En el texto se alude al trabajo de los esposos Curie. Marie Curie recibió en dos ocasiones el premio Nobel, y es un ejemplo de mujer dedicada a la ciencia. A partir de la información que puedes encontrar en: <http://www.e-sm.net/fq3esoXX> prepara una presentación con diapositivas sobre la vida de Marie Curie y sus importantes aportaciones al avance de la ciencia.

Respuesta libre.

## Unidad 5 Elementos y compuestos

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. ¿Cómo puedes averiguar a qué elemento representa el modelo nuclear de átomo del margen?

Dibuja algún otro átomo distinto del mismo elemento.

Miramos en la tabla periódica a qué elemento corresponde un número atómico  $Z = 2$ , y vemos que corresponde al helio. Decimos que es helio-4 porque tiene dos protones y dos neutrones.

El helio-3 es un átomo con solo un neutrón en su núcleo y que también corresponde al elemento helio.



2. Según Lavoisier, ¿podría una sustancia ser considerada hoy como simple, y mañana no?

¿Por qué la luz y el calor no son elementos?

En efecto, según la afirmación de Lavoisier: "ciertas sustancias se comportan para nosotros como sustancias simples porque todavía no hemos descubierto el modo de separarlas". En el momento en que una sustancia considerada simple se consiga separar en otras más básicas, aquella deja de ser considerada como simple.

La luz y el calor no obedecen a la definición de elemento, ya que, para empezar, no están formados por átomos.

3. A juzgar por el número de electrones de valencia, ¿dónde deberían situarse el hidrógeno y el helio en el SP? ¿Qué le debe pasar al átomo de H para adquirir la configuración del He?

El hidrógeno tiene un electrón de valencia, luego debería situarse en el grupo 1, junto a los alcalinos. El helio tiene dos electrones de valencia, luego debería situarse, si solo atendemos a eso, en el grupo 2, junto a los alcalinotérreos.

Cuando el H adquiere un electrón más en su corteza pasa a tener la configuración electrónica del He.

4. Ciertos elementos se conocían tradicionalmente como metales de acuñación. Busca información sobre ellos e indica qué grupo de la tabla periódica forman.

Se llaman así los elementos del grupo 11 (cobre, plata, oro), aunque es un nombre no reconocido por la IUPAC.

5. Analiza la gráfica que muestra la abundancia en el sistema solar de los elementos desde  $Z = 1$  a  $Z = 36$  y responde a las siguientes preguntas:

a) ¿Cuáles son el metal, el no metal y el semimetal más abundantes?

b) ¿Cuáles son halógenos? ¿Cuál es el más abundante?

c) Enumera, según su abundancia, los que constituyen la materia viva.

a) El metal más abundante es el de número atómico 26: Fe (seguido por el magnesio,  $Z = 12$ , si bien su abundancia es mayor por número de átomos). El no metal más abundante es el de número atómico 1: H. El semimetal más abundante es el de número atómico 14: Si.

b) Los halógenos son: F (9), Cl (17), Br (35), I, At. El más abundante es el cloro.

c) Los que constituyen la materia viva son: H (1), O (8), C (6), N (7), S (16), P (15).

6. Analiza la siguiente afirmación: "Una agrupación estable de átomos está formada por millones de átomos iguales ordenados en el espacio". Esta agrupación, ¿sería una molécula o un cristal? ¿Correspondería a un elemento o a un compuesto?

Los cristales están formados por un número indefinido de átomos, moléculas o iones que se disponen en una estructura tridimensional regular. Por tanto, se trata de un cristal y corresponde a un elemento, ya que todos los átomos son iguales.

7. En el caso de que nos dijese que una agrupación estable de átomos está formada por 3 átomos, 2 de oxígeno y 1 de azufre, ¿nos estarían hablando de una molécula o de un cristal? ¿Sería una sustancia simple o un compuesto?

Las moléculas están formadas por un número definido de átomos, generalmente pequeño. Se denominan diatómicas si contienen dos átomos, triatómicas si contienen tres, etc. Así pues, una agrupación formada por dos átomos de oxígeno y uno de azufre constituye una molécula ( $\text{SO}_2$ ). La molécula es de un compuesto, ya que está formada por átomos diferentes.

8. Si aceptamos que solo son iónicos los compuestos formados por metal y no metal, ¿cuáles de estos compuestos no lo son?:  $\text{KCl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NaI}$  y  $\text{KBr}$ .

No son compuestos iónicos:  $\text{CO}_2$  y  $\text{CCl}_4$ .

9. Un cristal de sal común, ¿conduce la corriente eléctrica? Explica por qué un compuesto iónico es conductor cuando está fundido o disuelto.

En estado sólido, un cristal de cloruro sódico no conduce la corriente, ya que los iones permanecen fijos en la red.

Cuando se funde el cristal o se disuelve, los iones adquieren movilidad, lo que les hace capaces de conducir la corriente.

10. Clasifica los siguientes compuestos según su tipo de enlace: SiO<sub>2</sub>, KCl, Na<sub>2</sub>S, Br<sub>2</sub> y Cu.

Presentan enlace iónico: KCl, Na<sub>2</sub>S.

Presentan enlace covalente: SiO<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>.

Presenta enlace metálico: Cu.

11. Representa, mediante diagramas de Lewis, la molécula de cloro (Cl<sub>2</sub>) y la de cloruro de hidrógeno (HCl).



12. Tanto las redes cristalinas iónicas como las redes cristalinas metálicas poseen iones en su estructura.

a) ¿Qué diferencias hay entre ellas?

b) Diseña un experimento que permita distinguir entre cristales de cada clase.

a) La red iónica tiene iones de distinto signo (aniones y cationes). La red metálica está formada por un solo tipo de átomos que ocupan los nudos de la red y comparten sus electrones; es decir, todos sus iones son positivos e iguales.

b) La conductividad permite diferenciar ambos tipos de redes: la red metálica será conductora y la red iónica no.

Procedimiento: Se coloca en una cápsula de porcelana una muestra de sólido y se introducen en ella dos electrodos de grafito unidos a una pila. Cierra el circuito para comprobar si existe paso de corriente.

13. Calcula la masa molecular de la sacarosa, cuya fórmula es C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>. Determina la masa en kilogramos de una molécula de sacarosa.

$$\text{Masa molecular: } 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342 \text{ u}$$

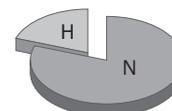
$$\frac{0,342 \text{ (kg)}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ (moléculas)}} = 5,68 \cdot 10^{-25} \text{ kg molécula}^{-1}$$

14. Halla la composición centesimal del amoníaco, NH<sub>3</sub>. Después, utilizando un programa de cálculo como Excel, elabora una representación en un diagrama circular.

$$\text{Masa molecular: } 14 + 3 \cdot 1 = 17 \text{ u}$$

$$\% \text{ N} = \frac{14}{17} \cdot 100 = 82,4\%$$

$$\% \text{ H} = \frac{3}{17} \cdot 100 = 17,6\%$$



15. Determina la cantidad de plata que hay en 25 g de cloruro de plata, AgCl.

$$\text{Masa molar: } 107,9 + 35,5 = 143,4 \text{ g/mol}$$

$$\frac{107,9 \text{ (g Ag)}}{143,4 \text{ (g AgCl)}} = \frac{x \text{ (g Ag)}}{25 \text{ (g AgCl)}} \Rightarrow x = 18,8 \text{ g de Ag}$$

16. Utilizando la herramienta que se proporciona en <http://www.e-sm.net/fq3eso40>, determina la cantidad de carbono que hay en 50 g de glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).

$$\frac{72 \text{ (g C)}}{180 \text{ (g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{x \text{ (g C)}}{50 \text{ (g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} \Rightarrow x = 20 \text{ g de C}$$

17. Un mol de cierto compuesto pesa 112 g. ¿Cuál es la masa de una molécula en unidades de masa? ¿Cuántas moléculas de compuesto hacen falta para completar 200 g?

$$\frac{112 \text{ (g)}}{200 \text{ (g)}} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ (moléculas)}}{x} \Rightarrow x = 1,08 \cdot 10^{24} \text{ moléculas para completar 200 g}$$

18. Se ha preparado una disolución de cloruro potásico (KCl) disolviendo 5 g en agua destilada y completando hasta obtener 500 mL de disolución. Calcula su concentración molar.

$$c = \frac{m}{MV} = \frac{5 \text{ (g)}}{74,6 \text{ (g mol}^{-1}) \cdot 0,5 \text{ (L)}} = 0,134 \text{ M}$$

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. Deduce el tipo de enlace que se da en cada sustancia a partir de las propiedades que has comprobado.

Sal común: iónico. Arena: red covalente. Parafina: covalente. Plomo: metálico.

2. Investiga cómo se podría fundir arena o sal.

Para fundir la sal se necesitan temperaturas de 800 °C, que se pueden alcanzar con un mechero Fisher. Para fundir la arena, hay que llegar hasta los 3000 °C. La reacción entre el óxido de hierro y el azufre puede alcanzar esta temperatura. Mezclando a partes iguales polvo de azufre y óxido de hierro e iniciando la reacción con una gota de ácido sulfúrico, se genera una reacción muy exotérmica que puede superar los 3000 °C.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

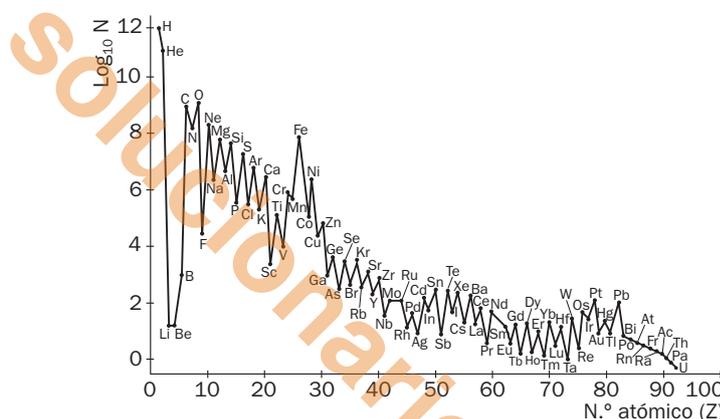
ACTIVIDADES

20. Comenta la frase siguiente: "Desde un punto de vista puramente físico las estrellas son hornos nucleares enormes. Mediante un proceso conocido como fusión nuclear, y usando el hidrógeno y el helio como combustible, producen el resto de elementos químicos más pesados".

- a) ¿Puedes adivinar en qué consiste esa fusión nuclear? (Analiza la gráfica del problema 21).
- b) ¿Qué significa entonces la frase: "somos, en cierto modo, hijos de las estrellas"?
- c) Investiga en este enlace: [www.e-sm.net/fq3eso41](http://www.e-sm.net/fq3eso41) cuál es aproximadamente la temperatura a la que funciona ese horno y cómo se clasifican las estrellas en función de ella.

En efecto, el hidrógeno y el helio son los constituyentes fundamentales de una estrella y en ella, a temperaturas enormes, se producen procesos nucleares que hacen que los núcleos de H y He se fusionen para dar elementos más pesados, como el carbono, el cual forma parte de los seres vivos. De ahí que la frase citada en b) sea verdadera, entendida en el sentido de que el carbono y los átomos que constituyen nuestro cuerpo se han formado a partir de esos procesos de fusión.

21. La gráfica muestra la abundancia relativa de los elementos químicos en el universo.



Analízala y descubre a qué elementos se refieren en cada caso las siguientes frases:

- a) Su nombre es el dios del Sol en griego y es muy abundante en las estrellas.
  - b) Es uno de los metales más abundantes, además está presente en la sangre.
  - c) Los no metales más abundantes en los seres vivos.
  - d) Gas a temperatura ambiente, el más abundante en los seres vivos y en la corteza terrestre.
  - e) El metal alcalinotérreo más abundante de todos.
- a) He; b) Fe; c) H, O, C, N, S y P; d) O; e) Mg.

22. Razona cuál de las siguientes afirmaciones es falsa.

- a) La regla del octeto es útil, pero presenta numerosas excepciones.
- b) El hidrógeno y el litio adquieren su estabilidad con 2 electrones en su última capa, no con 8.
- c) El hidrógeno es el elemento más abundante del universo.
- d) También es el más abundante de los seres vivos.

Es falsa la d.

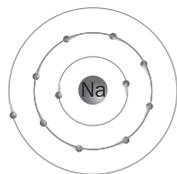
23. Razona cuál de estas afirmaciones es verdadera.

- a) Los nudos de una red cristalina están ocupados siempre por iones.
- b) Las redes cristalinas metálicas son las que presentan más dureza.
- c) Las redes cristalinas covalentes son las únicas que no conducen la electricidad.
- d) Las redes cristalinas covalentes son muy poco solubles en agua.

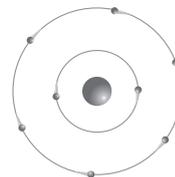
Es correcta la d.

24. El número atómico del sodio es 11. Describe el tipo de enlace que formará con el oxígeno. ¿Qué propiedades pueden esperarse para el compuesto resultante?

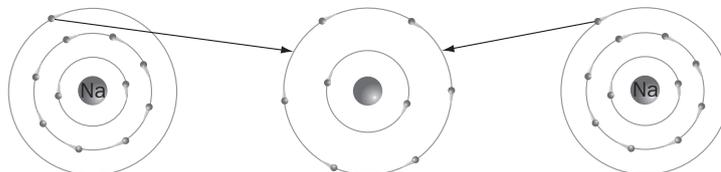
La estructura del sodio es:



Y la del oxígeno es:



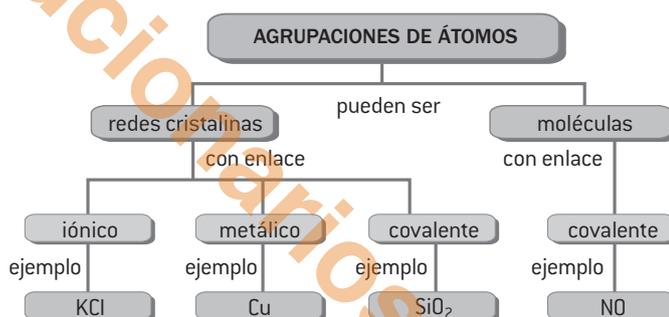
El sodio cumple la regla del octeto desprendiéndose de su electrón más externo. El oxígeno, sin embargo, necesita captar dos electrones. Harán falta dos sodios que aporten cada uno un electrón. Así:



Se forman los iones:  $\text{Na}^+ \text{O}^{2-} \text{Na}^+$ . Ello da lugar a un enlace iónico cuyas propiedades previsible son:

Sólido a temperatura ambiente, con punto de fusión elevado. Duro y difícil de rayar. Soluble en agua. No conduce la electricidad en estado sólido, porque los iones están fijos en la estructura cristalina, pero sí cuando está fundido o disuelto.

26. Completa con las palabras siguientes el esquema inferior: *moléculas, redes cristalinas, iónico, covalente, metálico, cloruro de potasio (KCl), óxido nítrico (NO), cobre (Cu) y cuarzo (SiO<sub>2</sub>)*.



27. Explica los siguientes hechos:

- a) Si se combina un átomo de Ca con otro de S, ambos adoptan la estructura electrónica del Ar.
- b) Las redes cristalinas iónicas son frágiles, pero las metálicas no.
- c) Algunas redes son conductoras de la electricidad en estado sólido y otras no.

a) En efecto, el calcio tiene 20 electrones en estado neutro. Si forma un ion  $\text{Ca}^{2+}$  pierde dos electrones, quedándose con 18, los mismos que el Ar. Igualmente el S, que tiene 16 electrones, gana dos electrones para formar el ion  $\text{S}^{2-}$ , con lo que adquiere también la misma configuración de 18 electrones que el Ar.

b) Las redes cristalinas iónicas son frágiles debido a que al desplazar las capas de iones, alternativamente positivos y negativos, pueden coincidir (+) con (+) y (-) con (-) a lo largo de un número ingente de iones, con lo cual se genera una fuerza repulsiva de origen eléctrico que hace que el cristal se fracture.

En cambio las redes metálicas no tienen iones + y -, sino que todos ellos son iones positivos, con lo cual, al desplazar una capa sobre otra la disposición final es siempre idéntica a la anterior. Se dice que son maleables.

c) Efectivamente, las redes metálicas son conductoras en estado sólido, ya que la nube electrónica que envuelve todo el cristal permite la conducción de la electricidad. Sin embargo, en la red cristalina iónica, las cargas ocupan posiciones fijas en los nudos de la red, por lo que no son móviles y no pueden conducir la electricidad.

28. Teniendo en cuenta el tipo de enlace que forma cada sustancia, completa en tu cuaderno la siguiente tabla poniendo SÍ o NO en las casillas.

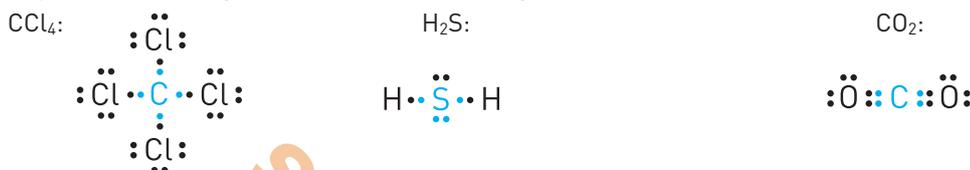
Sustancia	Sólido a T ambiente	Soluble en H <sub>2</sub> O	Conductor en estado sólido
Hg	NO	NO	SÍ
KCl	SÍ	SÍ	NO
SiO <sub>2</sub>	SÍ	NO	NO
O <sub>2</sub>	NO	SÍ (MUY POCO)	NO

29. Al escribir las columnas se nos han intercambiado algunas propiedades. Colócalas correctamente:

Moléculas	Cristales
Número definido de átomos	Número variable de átomos
Son siempre sólidos a temperatura ambiente	Temperaturas de fusión y ebullición bajas
Son estructuras gigantes	Por lo general, son agregados de pocos átomos
Ejemplo: CO, N <sub>2</sub>	Ejemplo: sodio metal

Moléculas	Cristales
Número definido de átomos	Número variable de átomos
Temperaturas de fusión y ebullición bajas	Son siempre sólidos a temperatura ambiente
Por lo general, son agregados de pocos átomos	Son estructuras gigantes
Ejemplo: CO, N <sub>2</sub>	Ejemplo: sodio metal

30. Representa los diagramas de Lewis de las siguientes moléculas: CCl<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub>.



31. Con ayuda del sistema periódico, decide y razona si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- La masa molecular del cloruro cálcico, de fórmula CaCl<sub>2</sub>, es 111 u.
  - Una molécula de agua tiene una masa de 18 g.
  - La masa de un átomo de cobre es  $1,05 \cdot 10^{-22}$  g.
  - No se puede expresar la masa de un átomo en gramos.
- Verdadera. En efecto,  $40 + 35,5 \cdot 2 = 111$  u
  - Falsa. La masa de 18 g corresponde a 1 mol de agua, no a una molécula, que serían 18 u.
  - Verdadera. Un átomo de Cu son 63,5 u, es decir:  $63,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 1,05 \cdot 10^{-22}$  g
  - Puede significar dos cosas: que el número que expresa la masa atómica no viene dado en gramos, lo cual es verdad; sin embargo sí se puede dar la masa de un átomo en gramos, haciendo las operaciones oportunas.

32. Halla la composición centesimal de las siguientes sales de metales preciosos:

- Cloruro de plata (AgCl).
  - Sulfuro de oro (III) (Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub>).
  - Bromuro de paladio (II) (PdBr<sub>2</sub>).
- Masas moleculares: Ag: 107,9; Cl: 35,45; AgCl: 143,4 u  $\% \text{Ag} = \frac{107,9}{143,3} \cdot 100 = 75,24\%$   $\% \text{Cl} = \frac{35,45}{143,3} \cdot 100 = 24,72\%$
  - Masas moleculares: Au: 197; S: 32; Au<sub>2</sub>S<sub>3</sub>: 490 u  $\% \text{Au} = \frac{2 \cdot 197}{490} \cdot 100 = 80,4\%$   $\% \text{S} = \frac{3 \cdot 32}{490} \cdot 100 = 19,6\%$
  - Masas moleculares: Pd: 106,4; Br: 79,9; PdBr<sub>2</sub>: 266,2 u  $\% \text{Pd} = \frac{106,4}{266,2} \cdot 100 = 39,97\%$   $\% \text{S} = \frac{2 \cdot 79,9}{490} \cdot 100 = 60,03\%$

33. Durante siglos, el cinabrio (HgS) extraído en Almadén (Ciudad Real) ha suministrado la mayor parte del mercurio consumido en el mundo.

- Determina la composición en porcentaje del cinabrio.
- ¿Cuánto mercurio se puede obtener a partir de 1 t de cinabrio?
- ¿Qué problemas ambientales genera el mercurio?
- ¿Qué medidas ha planteado al respecto la Unión Europea? Investiga estas cuestiones en su página web a través del enlace: [www.e-sm.net/fq3eso42](http://www.e-sm.net/fq3eso42).

- Masa molar =  $200,6 + 32 = 232,6$  g/mol  $\% \text{Hg} = \frac{200,6}{232,6} \cdot 100 = 86,24\%$   $\% \text{S} = \frac{32}{232,6} \cdot 100 = 13,76\%$
- $\frac{232,6 \text{ (g HgS)}}{200,6 \text{ (g Hg)}} = \frac{10^6 \text{ (g HgS)}}{x} \Rightarrow x = 862425 \text{ g Hg} = 862,4 \text{ kg Hg}$
- El mercurio es una sustancia extremadamente tóxica para los seres humanos, los ecosistemas y la naturaleza. Puede ser mortal en dosis elevadas y dosis relativamente bajas bastan para dañar el sistema nervioso.
- Reducir las emisiones de mercurio; restringir la oferta y la demanda de esta sustancia; gestionar las cantidades de mercurio actualmente existentes; prevenir la exposición de las poblaciones; mejorar la comprensión del problema y sus soluciones; promover iniciativas internacionales en este ámbito.

35. A partir de la masa molecular de las sustancias:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_4$ ;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , calcula:

a) La masa en gramos de una molécula de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

b) Las moléculas de  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  que hacen falta para completar 1 g de sustancia.

c) La composición en porcentaje del  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_4$ .

a) Masa molecular del  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $2 + 32 + 64 = 98$  u. Su masa en gramos será:  $98 \text{ (u)} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ (g u}^{-1}\text{)} = 1,63 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

b) Masa molecular:  $12 \cdot 4 + 10 = 58$  u. N.º moléculas =  $1 \text{ (g)} \cdot 1,04 \cdot 10^{22} \text{ moléculas}$

c) Masa molecular:  $207 + 14 \cdot 4 + 16 \cdot 12 = 455$  u

$$\% \text{ Pb} = \frac{207}{455} \cdot 100 = 45,5\%$$

$$\% \text{ N} = \frac{56}{455} \cdot 100 = 12,3\%$$

$$\% \text{ O} = \frac{192}{455} \cdot 100 = 42,2\%$$

36. La cromita,  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , es una mena del cromo.

a) Calcula la masa en gramos de  $10^{12}$  moléculas de cromita.

b) Calcula la composición en porcentaje.

c) Si el rendimiento fuera del 80%, ¿qué masa de cromo se podría obtener con 1 t de cromita?

a) Masa molecular:  $55,8 + 52 \cdot 2 + 16 \cdot 4 = 223,8$  u

$$\frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ (moléc.)}}{1 \text{ (mol)}} = \frac{10^{12} \text{ (moléc.)}}{x \text{ (mol)}} \Rightarrow x = 1,66 \cdot 10^{-12} \text{ moles. Es decir: } 1,66 \cdot 10^{-12} \text{ mol} \cdot 223,8 \text{ g mol}^{-1} = 3,7 \cdot 10^{-10} \text{ g}$$

$$\text{b) } \% \text{ Fe} = \frac{55,8}{223,8} \cdot 100 = 24,9\%$$

$$\% \text{ Cr} = \frac{2 \cdot 52}{223,8} \cdot 100 = 46,5\%$$

$$\% \text{ O} = \frac{4 \cdot 16}{223,8} \cdot 100 = 28,6\%$$

c) Con 1 t de cromita saldrían  $0,465 \cdot 1000 = 465$  kg de Cr. Pero si el rendimiento es del 80%, será:  $0,8 \cdot 465 = 372$  kg

37. Ordena de menor a mayor las masas de las siguientes muestras:

a) 8 mol de ozono ( $\text{O}_3$ ).

c) 60 mol de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

b) 0,5 mol de sacarosa ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ).

d) 4 m<sup>3</sup> de aire de densidad 1,3 g/L.

$$\text{a) } 8 \cdot 16 \cdot 3 = 384 \text{ g}$$

$$\text{c) } 60 \cdot (14 + 3) = 1020 \text{ g}$$

$$\text{b) } 0,5 \cdot (12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 16 \cdot 11) = 171 \text{ g}$$

$$\text{d) } 4000 \text{ (L)} \cdot 1,3 \text{ (g/L)} = 5200 \text{ g}$$

Ordenado quedaría: (b) 171 g < (a) 384 g < (c) 1020 g < (d) 5200 g

38. Realiza los cálculos necesarios y completa en tu cuaderno el siguiente párrafo:

La masa molecular del ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) es 98 u; por tanto, 200 g de ácido son 2,04 mol.

A partir de esta cantidad de azufre se pueden obtener 2,04 mol de átomos de azufre (S), 4,08 mol de átomos de hidrógeno y 8,16 mol de átomos de oxígeno.

39. Dados 1,5 mol de carbonato de potasio,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , halla:

a) Los moles de potasio que se pueden obtener.

b) Los gramos de carbono que se pueden obtener.

c) Los átomos de oxígeno que contienen.

Toma los datos necesarios del SP.

$$\text{a) Se pueden obtener: } 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ mol de K}$$

$$\text{b) Se pueden obtener 1,5 mol de C, que son: } 12 \cdot 1,5 = 18 \text{ g}$$

$$\text{c) Se pueden obtener: } 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ mol de O, que son: } 4,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,7 \cdot 10^{24} \text{ átomos de O}$$

40. La cantidad de feromona,  $\text{C}_{19}\text{H}_{38}\text{O}$ , secretada por un insecto hembra es alrededor de  $10^{-12}$  g.

a) ¿Cuántas moléculas hay en esa cantidad y cuántas más harían falta para completar 1 mol?

b) ¿Qué es una feromona? ¿Qué función tiene en los insectos? Puedes investigar en la página [www.e-sm.net/fq3eso43](http://www.e-sm.net/fq3eso43).

a) Masa molar:  $12 \cdot 19 + 38 + 16 = 282$  u

$$\frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ (moléc.)}}{1 \text{ (mol)}} = \frac{x \text{ (moléc.)}}{3,55 \cdot 10^{-15} \text{ (mol)}}; x = 2,1 \cdot 10^9 \text{ moléc.}$$

Faltan  $6,02 \cdot 10^{23} - 2,1 \cdot 10^9$  moléculas para completar 1 mol.

b) Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo con el fin de provocar un comportamiento determinado en otro individuo de la misma u otra especie. Los insectos las utilizan como medio de comunicación codificado, tanto para atraerse sexualmente como para otros fines.

41. Completa los datos de la tabla, sabiendo que corresponden al CO<sub>2</sub>:

Masa (g)	Moles	Moléculas	Átomos de C	Átomos de O
8,8	0,2	$1,2 \cdot 10^{23}$	$1,2 \cdot 10^{23}$	$2,4 \cdot 10^{23}$
99	2,25	$13,55 \cdot 10^{23}$	$13,55 \cdot 10^{23}$	$27,09 \cdot 10^{23}$
73	1,66	$10^{24}$	$10^{24}$	$2 \cdot 10^{24}$
7,3	0,166	$10^{23}$	$10^{23}$	$2 \cdot 10^{23}$
3,65	0,083	$0,5 \cdot 10^{23}$	$0,5 \cdot 10^{23}$	$10^{23}$

42. Se tienen 200 mL de una disolución de ácido nítrico de concentración molar 7 mol/L. Si añadimos agua hasta completar 0,5 L, ¿qué concentración tendrá la nueva disolución?

Los moles de soluto que hay en la disolución son:  $c = \frac{n_{\text{soluta}}}{V_{\text{Disolución}}} \Rightarrow n_{\text{soluta}} = c V = 7 \text{ (mol/L)} \cdot 0,2 \text{ (L)} = 1,4 \text{ mol}$

Si ahora el nuevo volumen es 0,5 L, queda:  $c' = \frac{n_{\text{soluta}}}{V'_{\text{Disolución}}} = \frac{1,4 \text{ (mol)}}{0,5 \text{ (L)}} = 2,8 \text{ mol/L}$

43. Con ayuda de la tabla periódica, decide si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Razona la respuesta.

a) 1 mol de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> contiene el mismo número de moléculas que 2 mol de NO<sub>2</sub>.

b) 1 mol de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> equivale a 92 g de sustancia.

c) 2 mol de NO<sub>2</sub> equivalen a 92 g de sustancia.

d) 1 mol de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> contiene el mismo número de átomos de nitrógeno que 2 mol de NO<sub>2</sub>.

a) Falso. Todos los moles contienen el mismo número de moléculas.

b) Verdadero, su masa molar es:  $28 + 64 = 92 \text{ g/mol}$

c) Verdadero. Su masa molar es:  $14 + 32 = 46 \text{ g/mol}$ . Como son 2 mol, serán 92 g.

d) Verdadero. En 1 mol de N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> hay N<sub>A</sub> moléculas, que son 2N<sub>A</sub> átomos de N; igual que 2 mol de NO<sub>2</sub>.

45. Una disolución acuosa de ácido acético glacial tiene una concentración molar de 17 mol/L.

a) Calcula la masa molar del ácido, sabiendo que 0,5 L de disolución contienen 510 g de soluto.

b) ¿Cuál será su nueva concentración molar si a 1 L de disolución se le añaden 250 cm<sup>3</sup> de agua?

a) A partir de la expresión de la concentración molar:  $c = \frac{m_{\text{soluta}}}{M V_{\text{disolución}}} \Rightarrow M = \frac{m_{\text{soluta}}}{c V_{\text{Disolución}}} = \frac{510 \text{ (g)}}{17 \text{ (mol/L)} \cdot 0,5 \text{ (L)}} = 60 \text{ g/mol}$

b) Inicialmente hay 17 mol en 1 L. Al añadir el agua habrá 17 mol en 1,25 L:  $c = \frac{n_s}{V_D} = \frac{17}{1,25} = 13,6 \text{ mol/L}$

46. Se puede considerar el átomo de aluminio como una esfera de 0,14 nm de radio. ¿Qué longitud tendría 1 mol de átomos de aluminio puestos en fila uno tras otro? (1 nm = 10<sup>-9</sup> m).

Cada átomo tendría un diámetro de 0,28 nm, por tanto, 1 mol de átomos:  $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,28 \cdot 10^{-9} = 1,69 \cdot 10^{14} \text{ m}$

47. Se tienen las siguientes disoluciones acuosas de ácido clorhídrico (HCl).

(1) 500 mL de concentración 60 g/L.

(2) 250 mL de concentración molar 2 mol/L.

a) ¿En cuál de ellas habrá más soluto?

b) ¿Qué volumen de la segunda disolución se debe tomar para preparar 100 mL de disolución de concentración 0,1 mol/L?

c) ¿Cuántos átomos de cloro habrá en 40 mL de la primera disolución?

a) Disolución 1: En 0,5 L habrá 30 g. Disolución 2: n.º de moles =  $c V = 2 \text{ (mol/L)} \cdot 0,25 \text{ (L)} = 0,5 \text{ mol}$

Sabiendo que la masa molar del HCl es 36,5 u, resulta:  $0,5 \cdot 36,5 = 18,25 \text{ g}$  Hay más soluto en la (1).

b)  $c_1 V_1 = c_2 V_2$ ;  $100 \cdot 0,1 = 2 \cdot V_2 \Rightarrow V = 5 \text{ mL}$

c)  $60 \text{ (g/L)} \cdot 0,040 \text{ (L)} = 2,4 \text{ g} \Rightarrow \frac{2,4 \text{ (g)}}{36,5 \text{ (g/mol)}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (átomos/mol)} = 3,96 \cdot 10^{22} \text{ átomos}$

48. Tenemos en el laboratorio ácido nítrico de concentración 5 mol/L. ¿Cuántos gramos de ácido tendremos en 250 mL de esa disolución?

Los moles de soluto que hay en la disolución son:  $c = \frac{n_{\text{soluta}}}{V_{\text{Disolución}}} \Rightarrow n_{\text{soluta}} = c V = 5 \text{ (mol/L)} \cdot 0,25 \text{ (L)} = 1,25 \text{ mol}$

Si cada mol de HNO<sub>3</sub> tiene una masa de  $1 + 14 + 16 \cdot 3 = 63 \text{ g} \Rightarrow 1,25 \text{ (mol)} \cdot 63 \text{ (g/mol)} = 78,75 \text{ g}$

50. Se representa la red cristalina de la blenda (ZnS).

- La fórmula ZnS, ¿es empírica o molecular? Describe el enlace que tiene lugar.
- Halla la composición centesimal de la blenda.
- ¿Cuántos kilogramos de cinc se pueden obtener a partir de 500 kg de blenda?
- ¿Cuántos átomos de azufre habrá en 30 g de blenda?

a) Se trata de la fórmula de una red cristalina, en la cual se indica la proporción en que se combinan Zn y S. Es, por tanto, una fórmula empírica. Se trata de un enlace iónico, que puede describirse por etapas:

1.ª Formación de los iones ( $\text{Zn}^{2+}$  y  $\text{S}^{2-}$ ). 2.ª Atracción eléctrica entre ellos. 3.ª Formación de la red cristalina.

b) Masa molar:  $65,4 + 32 = 97,4$        $\% \text{ Zn} = \frac{65,4}{97,4} \cdot 100 = 67,1\%$        $\% \text{ S} = \frac{32}{97,4} \cdot 100 = 32,9\%$

Aplicando el porcentaje:  $67,1\%$  de 500 kg  $\Rightarrow$  335,5 kg

c)  $n = \frac{m}{M} = \frac{30}{97,4} = 0,31 \text{ mol} \Rightarrow 0,31 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,85 \cdot 10^{23}$  moléculas (y átomos de S)

51. El acero denominado 18/8 es un acero inoxidable resistente a la corrosión. Tiene una composición de un 18% de níquel y un 8% de cromo.

- ¿Qué cantidad de cromo se podría obtener a partir de una hoja de acero de 35 g?
- ¿Cuántos átomos de níquel se pueden obtener a partir de 1 kg de acero 18/8? ¿A cuántos moles equivalen?
- ¿Qué diferencia fundamental hay entre el hierro fundido y el acero? ¿Cómo se define el acero inoxidable y por qué se dice que es en realidad una aleación?

a)  $8\%$  de 35 g  $\Rightarrow$  2,8 g

b)  $18\%$  de 1000 g  $\Rightarrow$  180 g de Ni       $n = \frac{m}{M} = \frac{180}{58,7} = 3,07 \text{ mol} \Rightarrow 3,07 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,85 \cdot 10^{24}$  átomos de Ni

c) El acero es una aleación de Fe-C. El acero inoxidable es una aleación de acero con un mínimo del 10% (en masa) de Cr. Una aleación es una mezcla sólida homogénea de dos o más metales, o con algunos elementos no metálicos.

52. El gráfico representa el diagrama de Lewis de dos elementos.



- ¿Cómo interaccionarán los átomos A y B con el fin de cumplir la regla del octeto? ¿A qué elementos químicos pueden referirse?
- Describe el tipo de enlace que formará B con B, así como sus propiedades.
- ¿Crees que el cloruro de radio podría cumplir los requisitos del compuesto AB? ¿Cuál sería su fórmula? ¿Qué tanto por ciento de radio hay en el cloruro de radio?

a) El átomo A puede perder sus dos electrones exteriores para dejar completa la capa inmediatamente interior. El átomo B debe captar un electrón para completar su capa. Por tanto, es necesaria la interacción de dos átomos B por cada uno de A. El elemento A puede ser cualquier metal del segundo grupo y B puede referirse a cualquier no metal del grupo 17.

b) B con B formará un enlace covalente. Si B fuera el cloro, por ejemplo, sería:  $\text{Cl}_2$ . Sus propiedades son:

Los átomos dentro de la molécula están fuertemente unidos. Las fuerzas de unión de unas moléculas con otras son muy débiles. No conducen el calor ni la electricidad. Son poco solubles en agua, salvo excepciones.

c) En efecto, el cloruro de radio podría ser el compuesto A-B, y tendría por fórmula:  $\text{RaCl}_2$ .

Masa molar:  $226 + 2 \cdot 35,5 = 297 \text{ g}$ ;       $\% \text{ Cl} = \frac{71}{297} \cdot 100 = 23,9\%$        $\% \text{ Ra} = \frac{226}{297} \cdot 100 = 76,1\%$

53. En 1902, el radio fue aislado por Marie Curie y André Debierne mediante la electrólisis de una disolución de cloruro de radio. ¿En qué consiste la electrólisis y por qué ha sido tan importante en la historia de la química?

Se dice que la muerte prematura de madame Curie tuvo que ver con el radio. ¿Por qué? ¿Cuál es su peligrosidad? ¿Para qué se usa? Puedes encontrar información en internet.

La electrólisis consiste en provocar una reacción química a partir de energía eléctrica.

El radio es extremadamente radiactivo. Actualmente se usa para producir radón, para tratamientos contra el cáncer.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

**PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS**

**INVESTIGA Y REFLEXIONA**

**El uso adecuado de los medicamentos**

1. ¿Cuál es el principio activo de este medicamento? ¿Para qué se utiliza? ¿Cuál es el excipiente?

Principio activo: ibuprofeno (DCI) [arginato]. Excipientes: aspartamo (E951), sacarosa, sodio bicarbonato, sacarina sódica, aroma de menta y de anís. Es empleado como analgésico y antipirético.

2. Averigua el significado de: *analgésico, antiinflamatorio, antipirético, hepático.*

Analgésico: medicamento o droga que produce falta o supresión de toda sensación dolorosa. Antiinflamatorio: que combate la inflamación. Antipirético: antitérmico, eficaz contra la fiebre. Hepático: perteneciente o relativo al hígado.

3. La fórmula molecular del ibuprofeno es:  $C_{13}H_{18}O_2$ . Consulta el sistema periódico y calcula su masa molecular y su composición centesimal. ¿Cuántos moles de ibuprofeno hay en cada sobre?

$$M = 13 \cdot 12 + 18 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 206 \text{ u} \quad \% C = \frac{156}{206} \cdot 100 = 75,7\% \quad \% H = \frac{18}{206} \cdot 100 = 8,7\% \quad \% O = \frac{32}{206} \cdot 100 = 15,6\%$$

En cada sobre hay 600 mg, que en moles son:  $n = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

4. Teniendo en cuenta qué átomos componen el ibuprofeno, razona cuál será su tipo de enlace.

Puesto que son no metales, deben captar electrones para completar su capa de valencia, formando enlaces covalentes.

5. ¿A qué nos referimos cuando hablamos del término *posología*? ¿Cuál es la de este medicamento?

Nos referimos a la dosificación del medicamento. En este caso es de un sobre en medio vaso de agua cada 12 h.

6. Se disuelve un sobre en medio vaso de agua (unos 125 mL).

a) ¿Cuál será la concentración de ibuprofeno en g/L?

b) ¿Y en mol/L?

a)  $\frac{0,6 \text{ (g)}}{0,125 \text{ (L)}} = 4,8 \text{ g/L}$

b) Utilizando el resultado del ejercicio 3:  $c = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}}{0,125 \text{ (L)}} = 0,023 \text{ mol/L}$

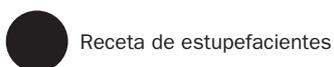
7. Razona si este medicamento está indicado para una mujer que está amamantando a un bebé o para un diabético.

En estos casos no es aconsejable, dado que el ibuprofeno pasa a través de la leche materna y contiene 1,340 g de sacarosa.

8. Consulta la dirección de internet: <http://www.e-sm.net/fq3eso44> para averiguar el significado de estos símbolos, que aparecen en los medicamentos.



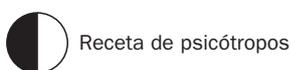
Medicamento que necesita receta médica



Receta de estupefacientes



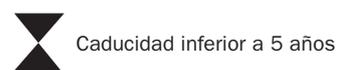
Condiciones especiales de conservación (frigorífico)



Receta de psicótopos



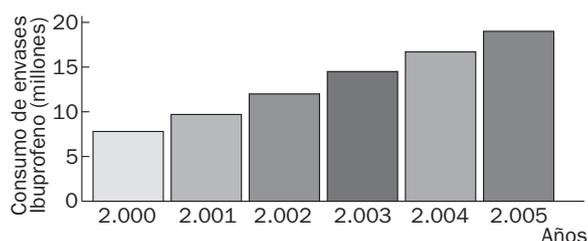
Conducción



Caducidad inferior a 5 años

9. Elabora una gráfica con los datos de esta tabla, que muestran la evolución del consumo de envases de ibuprofeno entre 2000 y 2005. ¿En qué período ha habido una mayor variación en su consumo?

2000	2001	2002	2003	2004	2005
7 855 113	9 798 082	12 013 300	14 599 225	16 720 421	18 993 154



## LEE Y COMPRENDE

### Teorías atómicas de Thomson y Rutherford

1. ¿A qué se dedicaba Bernard Courtois?

Se dedicaba a la fabricación de la potasa y el salitre.
2. ¿De dónde procedían las cenizas de las que partía Courtois en su fábrica?

De la combustión de las algas marinas.
3. ¿Qué le llevó a predecir que había descubierto un nuevo elemento?

El desprendimiento de unos vapores de características diferentes a las de los elementos conocidos.
4. ¿Quién propuso el nombre de *yodo* para el nuevo elemento?

El químico francés Gay-Lussac.
5. En la evaporación por calentamiento, ¿qué sales precipitaban primero?

Primero se precipitaba el cloruro de sodio, y después el cloruro y sulfato de potasio.
6. ¿Qué hecho casual permitió que Courtois descubriera el yodo?

Añadió una cantidad de ácido sulfúrico mayor de la necesaria.
7. Señala dos características de los vapores que se desprendieron en la disolución salina.

Tenían un olor irritante y se condensaban sobre los objetos fríos, como cristales color oscuro violeta con brillo metálico.
8. ¿Por qué la comunicación publicada en la revista *Annales de Chimie et de Physique* lleva la firma de N. Clement y Ch. Desormes?

Porque Desormes y Clement fueron los que continuaron y concluyeron la investigación.
9. Explica, con ayuda del diccionario, el significado de las siguientes palabras: *disolución*, *salitre*, *salina*, *púrpura*, *'ioeídés'* (griego).

Disolución: mezcla que resulta de disolver cualquier sustancia en un líquido. Salitre: nitrato potásico. Salina: que contiene sal. Púrpura: color rojo subido que tira a violado. *ioeídés*: violeta.
10. ¿Cómo se formaba la solución madre a partir de las algas marinas?

Por la acción del agua sobre las cenizas.
11. ¿Se conocían igual que hoy los componentes de las cenizas sobre las que trabajaban?

No, pues, gracias a la investigación, la ciencia avanza en casi todos los ámbitos.
12. ¿Qué sustancias componen la disolución madre?

La disolución madre era una disolución de varias sales, entre las que estaban algunos compuestos de azufre.
13. Escribe sobre la influencia en nuestro organismo del exceso o deficiencia de yodo.

El exceso de yodo favorece un bloqueo en la producción de hormonas por el tiroides.  
La deficiencia puede producir cretinismo (durante la primera infancia) y bocio e hipotiroidismo (en adultos).

## Unidad 6 Reacciones químicas

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Indica en qué procesos está ocurriendo una reacción química. Justifica tus respuestas.

- El zumo de uva se convierte en vino.
- Machacamos ajos en un mortero de cocina.
- Disolvemos un sobre de café en una taza de leche.
- Tostamos una rebanada de pan.
- Aliñamos una ensalada con aceite, sal y vinagre.
- Se vierte vinagre sobre una encimera de mármol y se producen manchas.

Son reacciones químicas los procesos *a*, *d* y *f*, ya que en todos ellos unas sustancias se transforman en otras con propiedades diferentes.

2. Añadimos unas gotas de vinagre sobre una pequeña cantidad de bicarbonato. ¿Qué indica la efervescencia que se produce?

Que se está produciendo una reacción química.

3. Teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa, completa los datos de la siguiente reacción química.

Carbono	+	Oxígeno	→	Dióxido de carbono
12 g		g		44 g
4,8 g		12,8 g		g

Según la ley de conservación de la masa:  $12 \text{ g} + x = 44 \text{ g} \Rightarrow x = 44 - 12 = 32 \text{ g}$  de oxígeno  
 $4,8 \text{ g} + 12,8 \text{ g} = 17,6 \text{ g}$  de dióxido de carbono

4. Razona si contradicen la ley de Lavoisier estas afirmaciones sobre las reacciones químicas:

- Cuando un objeto de metal se oxida, pesa más que al principio.
  - Al arder un tronco, las cenizas pesan menos que el tronco inicial.
- Podemos pensar que pesará más, porque ha reaccionado con el oxígeno y ha formado un óxido que tiene más masa que el metal original. Esto no contradice la ley de Lavoisier: si supiéramos la masa de oxígeno que ha intervenido en la reacción, comprobaríamos que dicha masa más la del metal es igual a la del óxido formado.
  - Tampoco es contradictorio. En este caso, parte de los productos de la reacción serán gaseosos y por eso las cenizas pesan menos. Si se retuvieran esos productos, la masa del tronco sería igual a la de las cenizas más la de los gases.

5. ¿Significan lo mismo las expresiones *ecuación química* y *reacción química*?

No; una reacción química es un proceso que ocurre, mientras que una ecuación química es una representación abreviada y simbólica de dicho proceso.

6. ¿Qué significado tienen los subíndices en una fórmula química? ¿Y los coeficientes en una ecuación? ¿Se pueden modificar los subíndices al ajustar las ecuaciones químicas?

Los subíndices nos indican el número de átomos de un elemento existentes en una fórmula que representa a una sustancia.

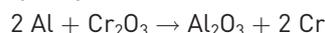
Los coeficientes son factores que introducimos en una ecuación química delante de las fórmulas de los reactivos o de los productos, para ajustar el número de átomos de cada elemento a ambos lados de la ecuación.

7. Ajusta la ecuación química siguiente:  $\text{PbO (s)} + \text{NH}_3 \text{ (g)} \rightarrow \text{Pb (s)} + \text{N}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$

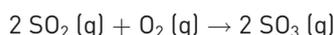
El óxido de plomo (II) sólido reacciona con el amoníaco gaseoso, para producir plomo, gas nitrógeno y agua.



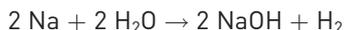
8. Asigna valores a los coeficientes *a*, *b*, *c* y *d* que aparecen en esta ecuación:  $a \text{ Al} + b \text{ Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow c \text{ Al}_2\text{O}_3 + d \text{ Cr}$



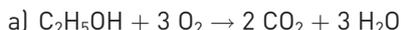
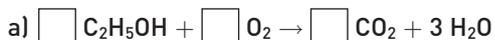
9. Escribe y ajusta la ecuación que representa la reacción química entre el dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ , y el oxígeno,  $\text{O}_2$ , para producir trióxido de azufre,  $\text{SO}_3$ .



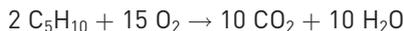
10. Escribe y ajusta la ecuación que representa la reacción entre el sodio, Na, y el agua, H<sub>2</sub>O, para producir hidróxido de sodio, NaOH, e hidrógeno, H<sub>2</sub>.



11. Termina de ajustar las siguientes ecuaciones químicas:



12. Completa y ajusta la siguiente ecuación: C<sub>5</sub>H<sub>10</sub> + O<sub>2</sub> → ..... + .....



13. ¿En qué tipos de compuestos indican los coeficientes de una ecuación química la proporción en volumen de los reactivos y los productos?

Los coeficientes indican la proporción de moléculas y moles en la que intervienen cada uno de los reactivos y productos. Si estos son gases (en idénticas condiciones de presión y temperatura) indican, además, la proporción en volumen.

14. Los coeficientes de una ecuación química, ¿aportan directamente datos de la masa de las sustancias que intervienen en ella?

No. Para que nos den información sobre las masas, hay que utilizar el factor de conversión de moles a gramos, que es la masa molar (donde interviene el concepto de mol).

15. Deduce toda la información posible de la siguiente ecuación química ajustada: N<sub>2</sub> (g) + O<sub>2</sub> (g) → 2 NO (g)

Tanto los reactivos como los productos son gases.

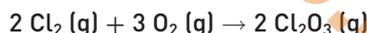
Desde el punto de vista microscópico, la ecuación nos informa del número de átomos y moléculas que intervienen.

Átomos	En los reactivos, 2 de N y 2 de O, de uniones N-N y O-O. En los productos, los mismos, pero con uniones N-O.
Moléculas	1 molécula de N <sub>2</sub> reacciona con 1 molécula de O <sub>2</sub> para formar 2 moléculas de NO.

Desde el punto de vista macroscópico, la ecuación nos informa de los moles que intervienen, del volumen que ocupan (si están en las mismas condiciones de presión y temperatura) y de la masa, mediante el concepto de mol.

Moles	1 mol de N <sub>2</sub> reacciona con 1 mol de O <sub>2</sub> para formar 2 mol de NO.
Volumen	1 volumen de N <sub>2</sub> reacciona con 1 volumen de O <sub>2</sub> para formar 2 volúmenes de NO.
Masa	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$ $28 \text{ g} \quad 32 \text{ g} \rightarrow 2 \cdot 30 \text{ g}$ 28 g de nitrógeno reaccionan con 32 g de oxígeno y dan 60 g de monóxido de nitrógeno.

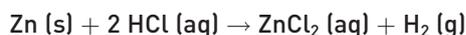
16. Señala la proporción en moles y en volumen de cada componente gaseoso de la ecuación química ajustada:



2 mol de cloro reaccionan con 3 mol de oxígeno para formar 2 mol de trióxido de dicloro.

Si las condiciones de presión y de temperatura son las mismas, 2 volúmenes de cloro reaccionan con 3 volúmenes de oxígeno para formar 2 volúmenes de trióxido de dicloro.

17. Para obtener hidrógeno, se hacen reaccionar 327 g de cinc con una solución de ácido clorhídrico, obteniéndose, además, dicloruro de cinc.



a) ¿Cuántos gramos de reactivos se han empleado?

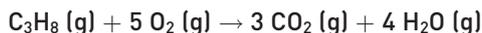
b) ¿Cuántos gramos de productos se han formado?

La ecuación química ajustada.	$\text{Zn} (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$
Los moles.	1 mol    2 mol            1 mol    1 mol
Los moles en gramos.	65,38 g   2 · 36,5 g    136,38 g    2 g
El dato, 327 g de cinc, se expresa en moles.	$\frac{1 (\text{mol de Zn})}{65,38(\text{g})} = \frac{x}{327(\text{g})} \Rightarrow x = 5,00 \text{ mol de Zn}$
Nueva proporción en moles con el dato.	$\text{Zn} (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g})$ 5 mol            10 mol            5 mol            5 mol
Se convierten las cantidades en masa.	$5 \cdot 65,38 \text{ g} \quad 10 \cdot 36,5 \text{ g} \quad 5 \cdot 136,38 \text{ g} \quad 5 \cdot 2 \text{ g}$ 327 g            365 g            682 g            10 g

a) Se emplean 327 g de Zn y 365 g de HCl.

b) Se producen 682 g de ZnCl<sub>2</sub> y 10 g de H<sub>2</sub>.

18. En la reacción de combustión del propano se han obtenido 24 L de dióxido de carbono.



Suponiendo que no cambian las condiciones de p y T:

- a) Calcula el volumen de propano consumido.
- b) Halla el volumen de oxígeno utilizado y el de agua producido.

Ecuación química ajustada.	$\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g})$	+	$5 \text{O}_2 (\text{g})$	$\rightarrow$	$3 \text{CO}_2 (\text{g})$	+	$4 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
Volúmenes en la ecuación.	1 volumen		5 volúmenes		3 volúmenes		4 volúmenes
Nueva proporción.	8 volúmenes		40 volúmenes		24 volúmenes		32 volúmenes

- a) Se consumen 8 L de propano.
- b) Se utilizan 40 L de oxígeno y 32 L de agua.

19. ¿En qué tipo de reacciones la energía de los productos es mayor que la energía de los reactivos? ¿Cómo se llaman estas reacciones?

Se trata de reacciones endotérmicas. En ellas se absorbe energía.

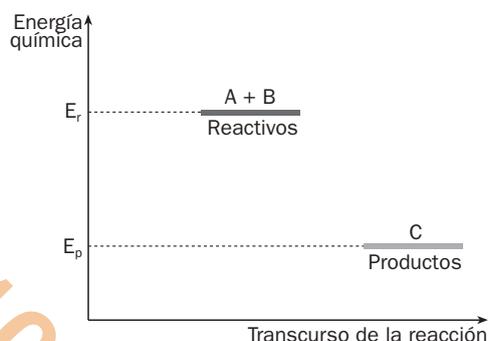
20. La ecuación siguiente representa la combustión del butano. ¿Es exotérmica o endotérmica? ¿Por qué?



Es una reacción exotérmica, porque en ella se desprende energía.

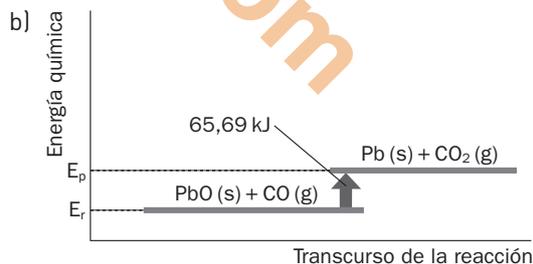
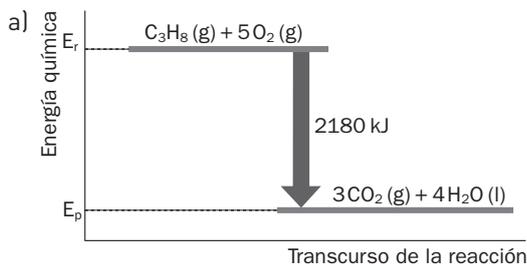
21. Observa el esquema energético de la derecha.

- a) ¿Se desprende o se absorbe energía?
  - b) ¿Cómo podemos saberlo?
- a) Se desprende energía.
  - b) Porque la energía de los productos es menor que la de los reactivos y, por tanto, la variación de energía es menor que cero.



22. Dibuja el esquema energético de las reacciones representadas por las siguientes ecuaciones termoquímicas:

- a)  $\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 2180 \text{ kJ}$
- b)  $\text{PbO} (\text{s}) + \text{CO} (\text{g}) \rightarrow \text{Pb} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) - 65,69 \text{ kJ}$



### TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. De todos los precipitados, ¿cuál es el que más ha cambiado de color? Investiga qué aplicación práctica tiene este producto en la vida cotidiana.

El que más cambia de color es el yoduro de plata. Se emplea en fotografía.

2. Las reacciones químicas en las que se forma un precipitado en el fondo se llaman de precipitación. Teniendo en cuenta que los precipitados son cloruro de plata, bromuro de plata y yoduro de plata, formula cada una de las sustancias y escribe las ecuaciones químicas correspondientes.





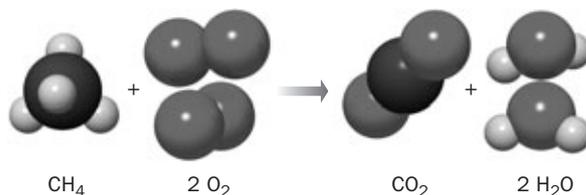
31. Desde el punto de vista teórico, ¿qué se produce en toda reacción química?

Desde el punto de vista teórico, en toda reacción química se producen choques entre las moléculas de los reactivos, ruptura de los enlaces de las moléculas de los reactivos y formación de nuevas moléculas con enlaces diferentes.

32. El esquema representa una reacción química. ¿Qué enlaces se rompen y cuáles se forman?

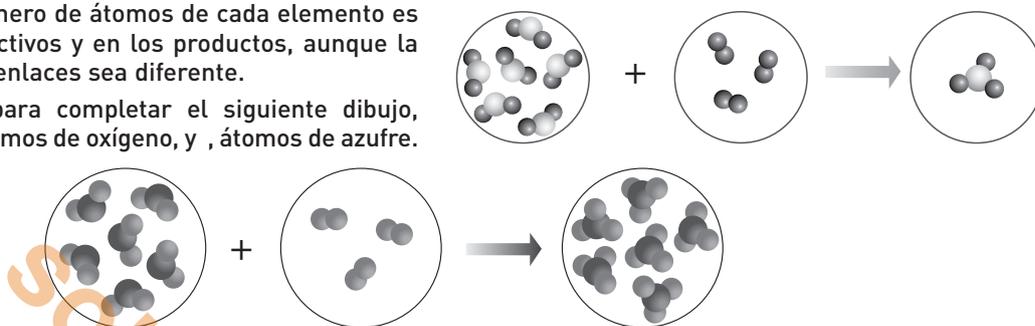
Se rompen 4 enlaces C-H de la primera sustancia (metano) y 2 enlaces O-O de la segunda (oxígeno).

Se forman dos enlaces C-O en el primer producto (dióxido de carbono) y 4 enlaces O-H en el segundo (agua).



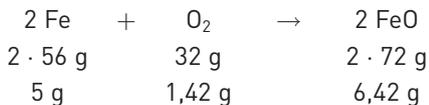
33. Según Dalton, el número de átomos de cada elemento es el mismo en los reactivos y en los productos, aunque la organización de sus enlaces sea diferente.

Aplica esta teoría para completar el siguiente dibujo, sabiendo que son átomos de oxígeno, y, átomos de azufre.



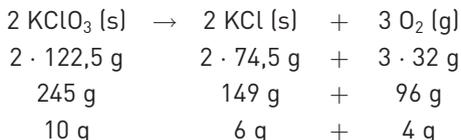
35. Un trozo de 5 g de hierro se deja a la intemperie durante cierto tiempo y se vuelve a pesar. La balanza marca 6,42 g. ¿Cómo se puede explicar?

Se ha formado óxido de hierro, y lo que ha aumentado 1,42 g es la masa de oxígeno que ha intervenido en la reacción.

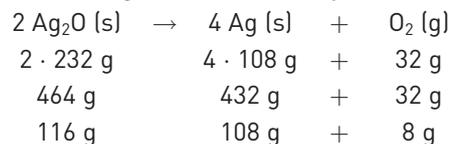


36. En el laboratorio del centro escolar hemos calentado 10 g de KClO<sub>3</sub> hasta alcanzar la temperatura de 400 °C, para que se descomponga. Cuando hemos pesado el producto que se ha formado, nos ha sorprendido que solo pesara 6 g. ¿Crees que hemos descubierto que la ley de conservación de la masa no se cumple?

No. La ley de conservación de la masa se cumple, pero en la descomposición del KClO<sub>3</sub>, se forman 4 g de O<sub>2</sub> (gas).

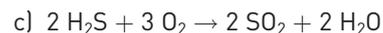
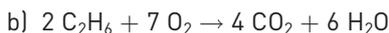
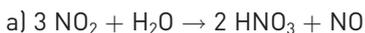
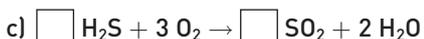
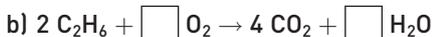
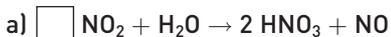


37. En la descomposición térmica de 116 g de óxido de plata, Ag<sub>2</sub>O, se obtienen 108 g de plata metálica. ¿Qué cantidad de oxígeno se habrá desprendido?

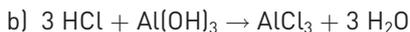
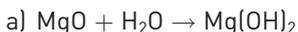
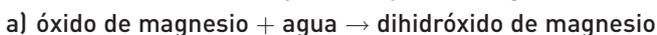


Por tanto, se habrán desprendido 8 g de oxígeno.

38. Copia en tu cuaderno y termina de ajustar las siguientes ecuaciones químicas:



39. Escribe las ecuaciones ajustadas para las siguientes reacciones químicas:



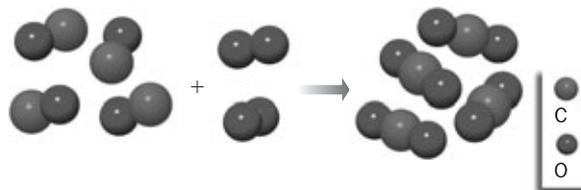
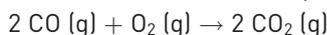
40. Ajusta las siguientes ecuaciones químicas:

- a)  $\text{HCl (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Cl}_2 \text{ (g)}$   
 b)  $\text{C}_6\text{H}_{12} \text{ (l)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)}$   
 a)  $4 \text{ HCl (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O (l)} + 2 \text{ Cl}_2 \text{ (g)}$   
 b)  $\text{C}_6\text{H}_{12} \text{ (l)} + 9 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 6 \text{ CO}_2 \text{ (g)} + 6 \text{ H}_2\text{O (l)}$

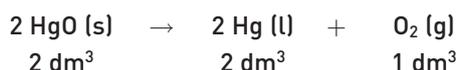
- c)  $\text{KNO}_3 \text{ (s)} \rightarrow \text{K}_2\text{O (s)} + \text{N}_2 \text{ (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)}$   
 d)  $\text{ZnS (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{ZnO (s)} + \text{SO}_2 \text{ (g)}$   
 c)  $4 \text{ KNO}_3 \text{ (s)} \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{O (s)} + 2 \text{ N}_2 \text{ (g)} + 5 \text{ O}_2 \text{ (g)}$   
 d)  $2 \text{ ZnS (s)} + 3 \text{ O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ ZnO (s)} + 2 \text{ SO}_2 \text{ (g)}$

41. ¿Qué reacción química representa el siguiente esquema molecular? Escribe la ecuación química correspondiente.

Reaccionan 4 moléculas de CO con 2 moléculas de O<sub>2</sub> para formar 4 moléculas de CO<sub>2</sub>. La ecuación química será:

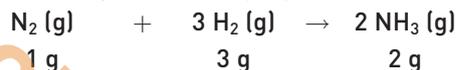


43. En la reacción de descomposición del óxido de mercurio (II), ¿es cierta la proporción en volumen que se indica? ¿Por qué?



No, porque el HgO es sólido y el Hg es líquido, y para que los coeficientes en una ecuación química nos indiquen datos sobre el volumen, los reactivos y productos deben ser gases, en las mismas condiciones de presión y temperatura.

44. En la reacción de formación del amoníaco, ¿es cierta la proporción en masa que se indica? ¿Por qué?



No. Los coeficientes nos indican la proporción en moles, no en gramos. Para encontrar la proporción en masa correcta, habría que utilizar el factor de conversión de moles a gramos.

$2 \cdot 14 = 28 \text{ g}$  de N<sub>2</sub>;  $3 \cdot 2 = 6 \text{ g}$  de H<sub>2</sub>;  $2 \cdot 17 = 34 \text{ g}$  de NH<sub>3</sub>. Por tanto, 28 g de nitrógeno reaccionan con 6 g de hidrógeno para formar 34 g de amoníaco.

45. Completa los datos en la ecuación química:  $2 \text{ CO (g)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow 2 \text{ CO}_2 \text{ (g)}$

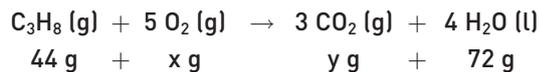
Moles	2 mol	1 mol	2 mol
Masa	2 · 28 g	1 · 32 g	2 · 44 g
Volumen	2 L	1 L	2 L

46. Escribe la ecuación química ajustada de la siguiente reacción y extrae toda la información posible.

*El trióxido de dihierro reacciona con el carbono y produce hierro y dióxido de carbono.*

$2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s)}$	+	$3 \text{ C (s)}$	$\rightarrow$	$4 \text{ Fe (s)}$	+	$3 \text{ CO}_2 \text{ (g)}$
2 moléculas		3 moléculas		4 moléculas		3 moléculas
2 mol		3 mol		4 mol		3 mol
2 · 160 g		3 · 12 g		4 · 56 g		3 · 44 g

47. Completa los datos de la siguiente ecuación química.



Como  $44 \text{ g}$  de C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> = 1 mol de C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> y  $72 \text{ g}$  de H<sub>2</sub>O = 4 mol de H<sub>2</sub>O  $\Rightarrow x = 5 \text{ mol de O}_2 = 5 \cdot 32 \text{ g} = 160 \text{ g de O}_2$ ;  $y = 3 \text{ mol de CO}_2 = 3 \cdot 44 \text{ g} = 132 \text{ g de CO}_2$

48. Escribe la ecuación química ajustada de la siguiente reacción y extrae toda la información posible.

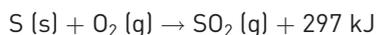
*El sulfuro de plata sólido reacciona con una solución de ácido clorhídrico y produce cloruro de plata sólido y el sulfuro de hidrógeno gaseoso.*

$\text{Ag}_2\text{S (s)}$	+	$2 \text{ HCl (aq)}$	$\rightarrow$	$2 \text{ AgCl (s)}$	+	$\text{H}_2\text{S (g)}$
1 molécula Ag <sub>2</sub> S		2 moléculas HCl		2 moléculas AgCl		1 molécula H <sub>2</sub> S
1 mol Ag <sub>2</sub> S		2 mol HCl		2 mol de AgCl		1 mol de H <sub>2</sub> S
248 g		2 · 36,5 g		2 · 143,5 g		34 g

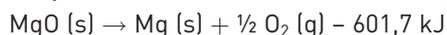
Nota. Aunque desde un punto de vista estricto sería más correcto nombrar el Ag<sub>2</sub>S y el AgCl como especies químicas, en la práctica se mantiene el término molécula.



57. En una reacción, el azufre arde con el oxígeno atmosférico desprendiendo 297 kJ por cada mol de azufre consumido. Teniendo en cuenta que en la reacción se produce dióxido de azufre gaseoso, escribe la ecuación termoquímica correspondiente.



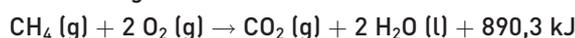
58. La reacción de descomposición del óxido de magnesio sólido necesita 601,7 kJ por cada mol que se descompone. Sabiendo que en esta reacción se forman magnesio sólido y oxígeno, escribe la ecuación termoquímica correspondiente.



59. Calcula la energía que se desprende en la combustión representada por esta ecuación termoquímica, si se han utilizado 30 mol de oxígeno:  $\text{C (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 393,5 \text{ kJ/mol}$

Se desprenden:  $30 \text{ (mol)} \cdot 393,5 \text{ (kJ/mol)} = 11\,805 \text{ kJ}$

60. El metano es el principal componente del gas natural. La ecuación de la combustión del metano es:



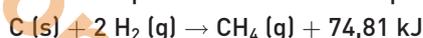
a) ¿Qué energía se desprende si se consumen 64 g de metano?

b) ¿Cuántos gramos de metano se habrán consumido si se han desprendido 7122,4 kJ?

a) 64 g de metano =  $\frac{64 \text{ (g)}}{16 \text{ (g/mol)}} = 4 \text{ mol}$ , que producen  $4 \text{ (mol)} \cdot 890,3 \text{ (kJ/mol)} = 3561 \text{ kJ}$

b) Para desprender 7122,4 kJ se necesitan  $\frac{7122,4}{890,3} = 8 \text{ mol}$  de  $\text{CH}_4 = 8 \cdot 16 = 128 \text{ g}$  de  $\text{CH}_4$

61. La reacción de formación del metano viene dada por la ecuación termoquímica siguiente:



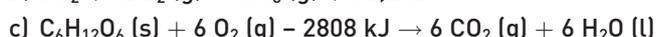
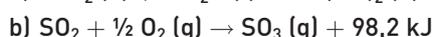
a) ¿Qué energía se desprende en la formación de metano si se utilizan 200 g de hidrógeno?

b) ¿Cuántos gramos de carbono serán necesarios?

a) 200 g de  $\text{H}_2 = 100 \text{ mol}$ ; producen

b) Se necesitan 50 mol de C =  $50 \text{ (mol)} \cdot 12 \text{ (g/mol)} = 600 \text{ g}$  de C

62. Señala cuáles de las siguientes ecuaciones termoquímicas son exotérmicas y cuáles endotérmicas.



La a es exotérmica; la b, exotérmica; la c, exotérmica; y la d, endotérmica.

63. Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



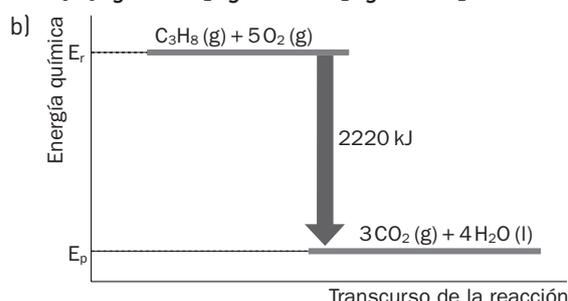
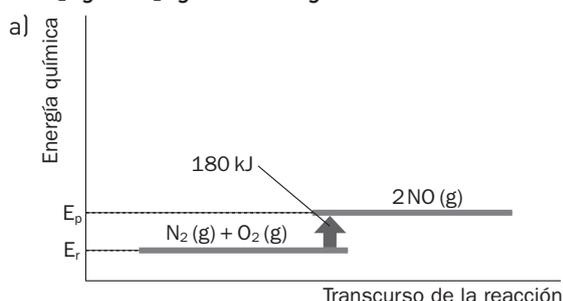
a) ¿Cuál es exotérmica y cuál es endotérmica?

b) ¿En cuál de las dos la energía de los productos es menor que la de los reactivos?

a) La primera es exotérmica y la segunda endotérmica.

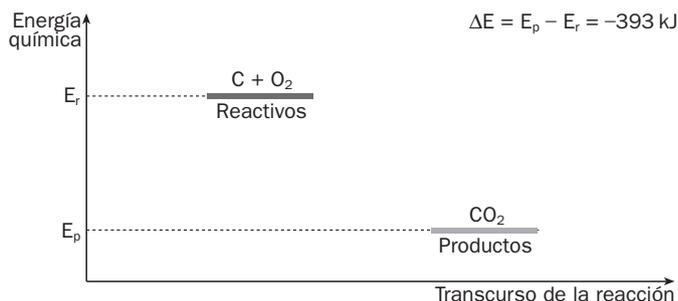
b) En la primera.

65. Dibuja el esquema energético correspondiente a las siguientes reacciones:



66. Este es el esquema energético de la fotosíntesis.

- a) ¿Se trata de una reacción exotérmica o endotérmica? ¿Por qué?
  - b) Escribe la ecuación termoquímica correspondiente.
- a) Es una reacción endotérmica porque se absorbe energía.
- b)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz, clorofila}} \text{Hidratos de carbono} + \text{O}_2$

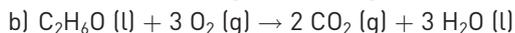
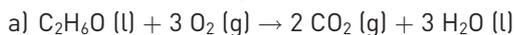


67. El alcohol como combustible

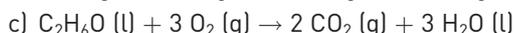
“El etanol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , también llamado alcohol etílico, se produce por la fermentación biológica de los almidones en los cereales, sobre todo el maíz. En la actualidad forma alrededor del 10% de la gasolina producida en Estados Unidos, con lo cual se disminuye la polución y el uso del petróleo. El átomo de oxígeno de la molécula de etanol reduce las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos y ayuda a asegurar la combustión completa. Existe el problema de que los azúcares y los almidones fermentados para producirlo como combustible son costosos. Sin embargo, se está centrando la atención en la celulosa de la paja y de los tallos dejados como montículos cuando se siega la mies. El etanol produce en su combustión  $\text{CO}_2$  cuando se quema y contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global. No obstante, genera menos dióxido de carbono por gramo que la gasolina y puede renovarse todos los años, mientras que el sol brille y produzca plantas”.

Principios de química. P. ATKINS Y L. JONES

- a) Escribe la ecuación química correspondiente a la combustión del alcohol etílico.
- b) Comprueba la ley de conservación de la masa a partir de la ecuación química.
- c) Teniendo en cuenta la reacción química anterior y la de la combustión de la gasolina:
 
$$\text{C}_8\text{H}_{18} (\text{l}) + 25/2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 8 \text{CO}_2 (\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
 comprueba que se genera menos  $\text{CO}_2$  por gramo cuando se utiliza alcohol.
- d) Al quemar alcohol la energía desprendida por mol es 1368 kJ, y al quemar gasolina, 5080 kJ. Calcula cuál de los dos combustibles genera más energía por gramo.
- e) Escribe las ecuaciones termoquímicas anteriores y sus diagramas energéticos.
- f) ¿Cuál es el factor que hace que el alcohol sea menos contaminante que los hidrocarburos?
- g) ¿Cuál es el problema que tiene utilizar el alcohol como combustible, sustituyendo a la gasolina?
- h) Para que el etanol contribuya perceptiblemente a las necesidades de combustible para el transporte, necesitaría tener un *balance energético* neto (o *tasa de retorno energético*) positivo. Para evaluar su energía neta hay que considerar la cantidad de energía contenida en el producto final (etanol), frente a la cantidad consumida para elaborarlo. Consulta la página: <http://www.e-sm.net/fq3eso51> y haz una síntesis sobre el balance energético del etanol.
- i) Valora la siguiente crítica: “Los ecologistas han hecho algunas objeciones a muchas prácticas agrícolas modernas, incluyendo algunas prácticas útiles para hacer el bioetanol más competitivo. Los efectos sobre los campos afectarían negativamente a la producción para consumo alimentario de la población”.



46 g      96 g      88 g      54 g



46 g                      88 g

1 g                              x

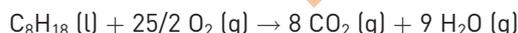
x = 1,91 g de  $\text{CO}_2$  por gramo de alcohol quemado



46 g    1368 kJ

1 g    x

x = 29,74 kJ/g de alcohol



114 g    352 g

1 g    y

y = 3,09 g de  $\text{CO}_2$  por gramo de gasolina quemado



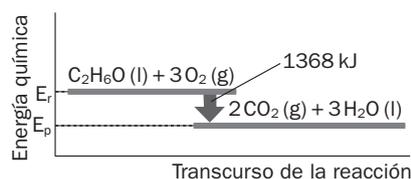
114 g    5080 kJ

1 g    y

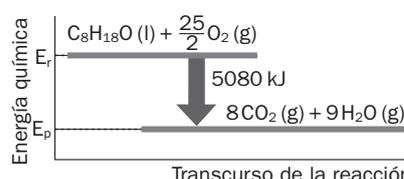
y = 44,56 kJ/g de gasolina (más la gasolina)



$\Delta E = E_p - E_r = -1368 \text{ kJ}$



$\Delta E = E_p - E_r = -5080 \text{ kJ}$



- f) El átomo de oxígeno de la molécula de etanol reduce las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos y ayuda a asegurar la combustión completa.
- g) El problema es que los azúcares y los almidones fermentados para producirlo como combustible son costosos.
- h) Para evaluar la energía neta del etanol hay que considerar la cantidad de energía contenida en el producto final (etanol), frente a la cantidad de energía consumida para hacer el etanol (como por ejemplo el diesel usado en tractores). No tiene sentido obtener 1 L de etanol si para ello se requiere quemar 2 L de gasolina (o de etanol).
- i) Respuesta libre.

**PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS**

**INTERACCIONA CON EL ENTORNO**

**El airbag**

1. Termina de ajustar la ecuación química correspondiente al proceso descrito:  $2 \text{NaN}_3 (\text{s}) \rightarrow \square \text{Na} (\text{s}) + \square \text{N}_2 (\text{g})$   
 $2 \text{NaN}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na} (\text{s}) + 3 \text{N}_2 (\text{g})$
2. Una vez ajustada, comprueba la ley de conservación de la masa. Para ello, consulta las masas atómicas en el sistema periódico.  
 $2 \text{NaN}_3 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na} (\text{s}) + 3 \text{N}_2 (\text{g})$   
 $2 \cdot 65 (\text{g}) \quad 2 \cdot 23 \text{ g} \quad 3 \cdot 28 \text{ g}$
3. Si en la bolsa hay 100 g de azida de sodio, ¿qué masa de nitrógeno se obtiene? Sabiendo que la densidad del nitrógeno a 0 °C y 1 atm es de 1,25 kg/m<sup>3</sup>, halla el volumen de nitrógeno que se produce.

$$100 \text{ g} = \frac{100 (\text{g})}{65 (\text{g} / \text{mol})} = 1,54 \text{ mol de NaN}_3 \text{ Esta cantidad produce: } \frac{1,54 \cdot 3}{2} = 2,31 \text{ mol de N}_2 = 2,31 \cdot 28 = 64,7 \text{ g}$$

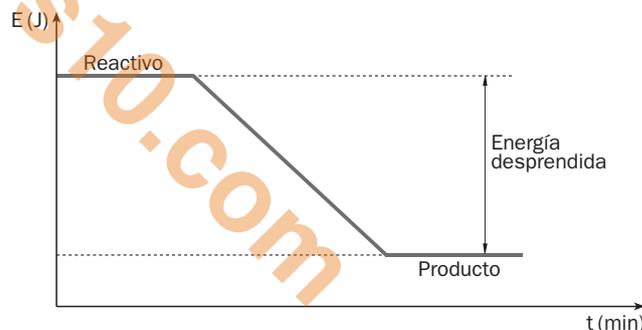
$$\text{Esta masa ocupa un volumen: } V = \frac{0,0647 (\text{kg})}{1,25 (\text{kg} / \text{m}^3)} = 0,052 \text{ m}^3$$

4. Aunque la azida es estable a temperatura ambiente, si esta se eleva por encima de los 275 °C tiene lugar la reacción de forma muy rápida. La manera de conseguir esta temperatura es la siguiente: a consecuencia del choque, una bolita metálica acciona un circuito eléctrico que enciende una mezcla de boro y nitrato sódico (B + NaNO<sub>3</sub>). El calor producido en esta reacción pone en marcha el proceso de la azida. Haz una descripción por pasos de todo el proceso, desde el impacto del coche hasta el inflado del airbag.

Impacto → Movimiento inercial de la bolita → Chispa del circuito eléctrico → Reacción del boro → Reacción de la azida → Hinchado del airbag

5. ¿Cuál de esos pasos viene descrito por esta gráfica? ¿Qué nombre reciben este tipo de reacciones?

La reacción del boro.  
 Son reacciones exotérmicas.



6. La palabra *azida* se escribe con zeta porque procede de *ázo*. Busca el significado de las palabras: *ázo*, *azoemia* y *azoato*. ¿Qué tienen todas ellas en común?

El elemento nitrógeno.

7. Es cierto que los airbags han salvado muchas vidas, sin embargo, en algunos casos, han causado heridas graves y hasta mortales. ¿Qué significa la etiqueta de la figura, pegada en el asiento del pasajero? ¿A qué se debe esa instrucción? A la necesidad de proteger a los niños de la acción del airbag. Imagina que tienes un hermano muy pequeño y que debes asesorar a tus padres sobre la seguridad de los niños en el automóvil. Investiga en la página siguiente: <http://www.e-sm.net/fq3eso52> y explícaselo con detalle.



La industria ha sumado avances a la seguridad en la conducción, como los frenos ABS, los reposacabezas o la instalación de airbags, pero su efectividad real está condicionada por el uso correcto de otro utensilio esencial. ¿Cuál es? Sin él, el propio airbag resultaría peligroso. ¿Por qué?

El cinturón de seguridad. En caso de colisión sin cinturón de seguridad, el impacto contra el airbag sería fatal.

8. Dividid la clase en dos grupos para un debate: uno de ellos a favor de las multas que la policía de tráfico impone por ciertas infracciones relacionadas con la seguridad en los automóviles. El otro grupo tiene que defender que no debería haber multas por este concepto. (Es necesario que, antes del debate, cada grupo se asesore adecuadamente).

Actividad libre.

## LEE Y COMPRENDE

### Aguas duras, aguas blandas

1. Explica qué caracteriza a las llamadas *aguas duras*.

Una concentración relativamente grande de iones  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y otros cationes divalentes.

2. ¿Qué consecuencias tienen sobre las superficies las incrustaciones de  $\text{CaCO}_3$ ?

El  $\text{CaCO}_3$  sólido recubre las superficies, reduciendo la eficiencia del calentamiento. Estos depósitos, llamados incrustaciones (sarro), limitan la eficiencia de la transferencia de calor y reducen el flujo de agua por los tubos, pudiendo llegar a obstruirlos.

3. Explica el proceso de ablandamiento del agua y justifica su necesidad para mantener el funcionamiento de algunos aparatos domésticos.

En el ablandamiento de aguas municipales a gran escala se utiliza el proceso de cal-carbonato. El agua se trata con cal,  $\text{CaO}$  (o cal hidratada,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), y carbonato de sodio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Estas sustancias precipitan el  $\text{Ca}^{2+}$  en forma de  $\text{CaCO}_3$  y el  $\text{Mg}^{2+}$  como  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

El intercambio de iones es un método doméstico típico para ablandar el agua. En este procedimiento se hace pasar el agua a través de un lecho de resina intercambiadora de iones: perlas de plástico con grupos aniónicos  $\text{X}^-$ . Estos grupos con carga negativa tienen iones  $\text{Na}^+$  unidos a ellos. Los iones de  $\text{Ca}^{2+}$  y otros cationes del agua dura son atraídos por los grupos aniónicos y desplazan los iones de sodio, de menor carga, hacia el agua.

En diversas zonas de España, algunos electrodomésticos (lavadora, lavavajillas, etc.) que utilizan mucha agua, pueden ver obstruidos sus conductos por los depósitos de cal si el agua no es ablandada.

4. Elegid uno de los siguientes temas y preparad una presentación utilizando diapositivas, para exponer al resto de la clase.

I. Aguas duras y blandas. Ventajas e inconvenientes.

II. Ablandamiento a gran escala.

III. Ablandamiento con resinas intercambiadoras de iones.

IV. Tratamiento de aguas residuales.

Respuesta libre.

Autoría: Mariano Remacha, Jesús A. Viguera, Antonio Fernández Roura, Alberto Sanmartín • Edición: Antonio Fernández-Roura • Corrección: David Blanco • Ilustración: Domingo Duque, Jurado y Rivas • Diseño: Pablo Canelas, Alfonso Ruano • Maquetación: Grafía S.L. • Coordinación de diseño: José Luis Rodríguez • Coordinación editorial: Nuria Corredera • Dirección editorial: Aída Moya

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Ediciones SM

## Unidad 7 Química, sociedad y medio ambiente

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. ¿Qué diferencias hay entre una descomposición térmica y otra por electrólisis?

En una descomposición térmica interviene la energía en forma de calor y los productos pueden ser elementos o compuestos. En una descomposición por electrólisis interviene la energía eléctrica y los productos, la mayoría de las veces, son elementos.

2. ¿Qué tipo de productos se obtendrán de las reacciones de síntesis siguientes?

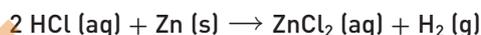
a) Dióxido de azufre y agua.

b) Magnesio y oxígeno.

a) Trioxosulfato (IV) de hidrógeno, según la reacción:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$

b) Óxido de magnesio según la reacción:  $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$

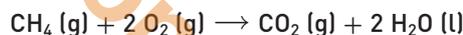
3. La reacción entre el ácido clorhídrico y el cinc produce dicloruro de cinc e hidrógeno.



¿Es una reacción de síntesis? ¿Por qué?

No, porque en una reacción de síntesis siempre se forma un solo producto.

4. ¿Es de sustitución la reacción siguiente?



En ella, como en las reacciones de sustitución, dos reactivos producen dos compuestos. Sin embargo, ningún elemento sustituye o se intercambia por otro. Por tanto, no es una reacción de sustitución.

5. De las siguientes reacciones de sustitución, ¿cuáles son de sustitución simple y cuáles de doble sustitución?

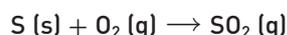
a)  $\text{Pb(NO}_3)_2 \text{ (aq)} + 2 \text{NaI (aq)} \rightarrow \text{PbI}_2 \text{ (s)} + 2 \text{NaNO}_3 \text{ (aq)}$

b)  $\text{Na (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow 2 \text{NaOH (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$

c)  $2 \text{NaOH (s)} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$

La a y la c son de sustitución doble. La b es de sustitución simple.

6. El dióxido de azufre es el principal causante de la lluvia ácida, porque en la atmósfera se transforma en ácido sulfúrico. Se produce en los procesos de combustión de diversos combustibles que contienen azufre como impurezas, mediante la reacción:



¿Qué tipo de reacción es?

De síntesis. Porque dos sustancias simples reaccionan para dar un único compuesto, más complejo.

7. Calcula el volumen de disolución de NaOH, de concentración 0,2 mol/L, que se necesita para neutralizar totalmente 20 mL de disolución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de la misma concentración.

1. Se escribe la ecuación química ajustada.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$

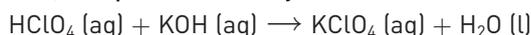
2. Se anotan los moles de cada sustancia, teniendo en cuenta sus coeficientes.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$   
 1 mol                      2 mol                      1 mol                      2 mol

3. Se calcula la cantidad de moles de ácido sulfúrico que intervienen.  $\frac{0,2 \text{ (mol de H}_2\text{SO}_4)}{1 \text{ (L de disolución)}} = \frac{x}{0,020 \text{ (L)}} \Rightarrow x = 0,004 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4$

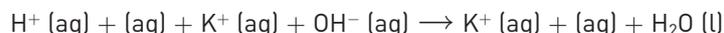
4. Se establece la nueva proporción en moles con el dato obtenido.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{NaOH (aq)} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$   
 0,004 mol                      2 · 0,004 mol                      0,004 mol                      2 · 0,004 mol

5. Se calcula la nueva relación de volumen para el NaOH con el dato obtenido.  $\frac{0,2 \text{ (mol NaOH)}}{1 \text{ (L disolución)}} = \frac{0,008 \text{ (mol)}}{x} \Rightarrow x = 0,04 \text{ L} = 40 \text{ mL de disolución}$

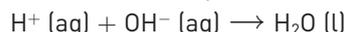
8. Escribe la ecuación química que representa la neutralización entre dos disoluciones, una de  $\text{HClO}_4$  y otra de  $\text{KOH}$ . Señala los iones que no intervienen, los que sí lo hacen y la ecuación iónica neta.



Al estar totalmente disociados, tanto el ácido y la base como la sal, podemos representar la ecuación en su forma iónica:



Los iones  $\text{K}^+$  (aq) y  $\text{ClO}_4^-$  (aq) no intervienen en la reacción. Así pues, la reacción neta de neutralización será:



9. Muchas de estas sustancias se pueden encontrar en la cocina; clasifícalas como ácidos o bases: zumo de limón, lejía, bicarbonato, jabón, sulfumán, refresco de cola, aceite de oliva y sosa para blanquear.

Son ácidos: zumo de limón, sulfumán, refresco de cola y aceite de oliva. Son bases: lejía, bicarbonato, jabón y sosa.

10. Las reacciones de combustión suceden a elevadas temperaturas, por lo que necesitan un aporte energético para que comiencen (una chispa, por ejemplo), pero ¿son exotérmicas o endotérmicas? ¿Por qué?

Son exotérmicas, porque en ellas se desprende energía. Aunque se tenga que aportar una energía inicial, teniendo en cuenta el proceso global, se desprende energía.

11. El término *coltán* está ligado a conflictos bélicos, desastres medioambientales, explotación de trabajadores que lo extraen en las minas, etc. Pero en realidad el coltán no es un mineral, aunque sí un *material estratégico*.

Busca información acerca del coltán y explica cuál es su utilidad y por qué no se puede decir estrictamente que sea un mineral. Infórmate y realiza una valoración sobre los problemas sociales y humanitarios asociados a su extracción y comercialización.

El coltán es una mezcla de los minerales columbita (una mena de niobio) y tantalita (una mena de tantalio). Se trata de un recurso estratégico imprescindible en la fabricación de componentes electrónicos avanzados.

Su explotación, especialmente en el Congo, ha ocasionado diversas polémicas sobre las posibles consecuencias a nivel social y ambiental. Ha alimentado conflictos armados entre facciones locales, apoyadas por gobiernos extranjeros.

12. ¿Qué es la síntesis de Haber? Escribe la reacción química correspondiente.

Se llama síntesis de Haber a la producción de amoníaco a partir de sus elementos: hidrógeno, obtenido del gas natural o del petróleo, y nitrógeno, obtenido directamente del aire. El método se resume en el esquema siguiente:



Posteriormente, el  $\text{NH}_3$  se utiliza para múltiples procesos industriales, en especial para la producción de abonos: el nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), el sulfato amónico ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), el dihidrógeno fosfato de amonio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) o la urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ).

La síntesis queda favorecida por el empleo de bajas temperaturas y elevadas presiones. Las numerosas y diferentes formas de realizarla se distinguen por la presión utilizada (entre 100 y 1000 atm) y por las temperaturas de trabajo (entre 400 y 600 °C). También puede ser diferente la forma de obtener hidrógeno y nitrógeno barato. Sin embargo, todos los métodos se resumen, en esencia, en lo dicho arriba.

13. ¿Qué tipo de técnicas han permitido la producción y utilización masiva del aluminio y del titanio?

El aluminio se obtiene por electrólisis de la alúmina siguiendo estos pasos:

1. La materia prima es la bauxita, la cual se disuelve en sosa cáustica y vapor a presión.
2. Se calcina el producto resultante para obtener alúmina muy pura ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).
3. La alúmina se introduce en la cuba electrolítica y se funde.
4. La electrólisis de la alúmina fundida hace que el aluminio se deposite en el cátodo y el oxígeno en el ánodo.

Para obtener 1 t de Al se necesitan 2 t de alúmina y del orden de 15 000 kW h de energía eléctrica. Por eso las fábricas se sitúan cerca de las centrales eléctricas de origen hidráulico, que son más baratas.

El titanio metal se produce comercialmente mediante la reducción de tetracloruro de titanio ( $\text{TiCl}_4$ ) con magnesio a unos 800 °C bajo atmósfera de argón (proceso de Kroll). De este modo se obtiene un producto poroso conocido como esponja de titanio, que posteriormente se purifica y compacta para obtener el producto comercial.

14. Un gramo de aerogel tiene un área superficial equivalente a la de un campo de fútbol. ¿A qué es debido? ¿Qué aplicaciones puede tener esta propiedad?

Los aerogeles son sólidos tan porosos que el 95% de su volumen es aire. Su densidad es ínfima (de 0,004 a 0,6  $\text{g}/\text{cm}^3$ ), siendo la sustancia sólida más liviana del mundo. Su estructura química es parecida a la del vidrio, pero con una densidad 1000 veces menor que este. A pesar de ser tan liviano es un material muy resistente, lo que lo hace perfecto para usarlo en misiones aeroespaciales. Son químicamente inertes y aislantes en su mayoría; tienen una apariencia delicada, translúcida y nubosa, casi etérea. Se fabrican a partir de materiales como la sílice, la alúmina y el circonio.

15. Para tratar de eliminar la radiación de una piedra de pechblenda ( $\text{UO}_2$ ), se añade ácido nítrico y se obtiene el compuesto nitrato de uranilo.
- ¿Se habrá conseguido eliminar la radiactividad?
  - ¿Qué tipos de procesos han ocurrido?
- Un proceso nuclear tiene lugar en el núcleo de los átomos, los cuales no se ven afectados por los procesos químicos. Así, todos los núcleos de uranio de la pechblenda pasan al nitrato de uranilo y la radiactividad permanece inalterada.
  - La reacción entre la piedra y el ácido nítrico es un proceso químico: se rompen unos enlaces y se forman otros. La emisión de partículas de los núcleos de uranio es un proceso nuclear independiente del proceso químico.
16. El isótopo  $^{131}\text{I}$  emite radiación beta que se puede utilizar para tratar el cáncer de tiroides.
- Explica la diferencia entre ese proceso y el que tiene lugar cuando calentamos yodo para que se sublime.
  - ¿En qué consiste la radioterapia?
- La emisión de radiación beta es un proceso nuclear que tiene lugar por emisión de electrones procedentes de la transmutación de los neutrones del núcleo. La sublimación del yodo es un proceso físico de cambio de estado.
  - Se llama así a la utilización de ciertos isótopos radiactivos en medicina como método de diagnóstico o para el tratamiento de tumores (radioterapia), ya que se aprovecha su poder destructivo para eliminar células cancerosas.
17. Investiga sobre el estrés hídrico. ¿Es frecuente en España? ¿Qué zonas se ven más afectadas? Enumera los factores que determinan esta circunstancia.
- El estrés hídrico se define como una situación en la cual la disponibilidad anual per cápita de agua dulce renovable se sitúa entre 1000 y 1667  $\text{m}^3$ . La escasez de agua corresponde a una situación en la cual la disponibilidad anual per cápita de agua dulce renovable es de 1000  $\text{m}^3$  o menos.
18. ¿Qué significa la palabra *eutrofización*? ¿A qué tipo de contaminación hace referencia?
- La eutrofización consiste en la acumulación excesiva de materia orgánica y nutrientes depositados por el río (abonos, aguas residuales, jabones) que provocan el desarrollo de microorganismos y algas en las aguas estancadas (lagos, pantanos): el agua se vuelve turbia y verdosa, pierde el oxígeno disuelto y la vida desaparece.
19. En un saco de abono pone lo siguiente: "NPK: Abono granulado compuesto, 15-20-15". ¿Qué significan los números? Los números indican el porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en el abono.
20. ¿Por qué es conveniente hacer un análisis de la tierra antes de abonarla?
- A medida que la tierra produce cosechas, consume más unos elementos que otros. Los nutrientes que se le aportan no siempre suplen esas carencias, por lo que, al cabo del tiempo, la tierra puede quedarse sin nitrógeno o potasio. Es conveniente un análisis cada cierto tiempo para asegurarse de que el tipo de abonado realizado es el adecuado.
21. ¿Qué consecuencias puede tener la disminución de la capa de ozono en la estratosfera? ¿Por qué se recomienda darse protección solar en verano?
- El sol emite una gran cantidad de energía y un 2% corresponde a la radiación ultravioleta (UV), causante de quemaduras, cáncer de piel y daños en los ojos. La cantidad de radiación UV que llega a la superficie de la Tierra en un lugar dado depende de la posición del sol, la cantidad de ozono y las posibles nubes y polución que se encuentren en el lugar. En ausencia de polución y nubes, el decrecimiento de ozono aumenta la radiación ultravioleta. La especial incidencia de los rayos solares en verano hace recomendable la protección de los ojos y la piel, para evitar estos riesgos.
22. ¿Pueden afectar los incendios forestales al efecto invernadero? ¿Puede verse afectado el clima por un aumento de los GEI? ¿De qué forma?
- Entre los gases de efecto invernadero se pueden distinguir dos grupos principales: los *naturales*, que ya existían antes de la llegada del hombre al planeta y los *artificiales*, los que han sido fabricados por la industria. Dentro de los gases *naturales* el que más influye es el vapor de agua, después, por orden decreciente: el dióxido de carbono (50%), el metano y el ozono (con un 15%), el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, y otros. En el segundo grupo habría que situar a los gases de la familia de los CFC.
- El dióxido de carbono ingresa en la atmósfera a través de la oxidación o combustión del carbono orgánico. Los incendios forestales tienen una notable incidencia. Por ejemplo, los que azotaron el sureste asiático hace unos años causaron un masivo incremento en los niveles de los gases de efecto invernadero y, por consiguiente, en el calentamiento global.
- A lo largo y ancho del planeta se han encontrado evidencias de que el cambio climático se está produciendo de una forma acelerada. Centroamérica está viviendo la corriente de El Niño, que da indicios claros del calentamiento del clima en esa región y la península antártica ha sufrido un rápido aumento de 2,5 °C en la temperatura, que ha generado la desaparición de grandes superficies del banco de hielo que rodea su costa.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

1. Escribe y ajusta las reacciones que han tenido lugar. ¿Qué gas es el que se desprende?



2. ¿Por qué decimos que estas reacciones son de sustitución simple?

Porque un elemento es sustituido por otro. En este caso, el metal sustituye al hidrógeno del ácido clorhídrico, formando el haluro correspondiente e hidrógeno gaseoso.

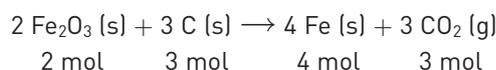
## ACTIVIDADES

24. Un método para la obtención de hierro consiste en utilizar carbono, según la siguiente reacción:



a) ¿Cuántos gramos de hierro se formarán si reaccionan 1280 kg de óxido de hierro (III)?

b) ¿Qué cantidad de carbono se habrá utilizado?



a) A partir de 1280 kg de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (s):  $\frac{1 \text{ (mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3\text{)}}{160 \text{ (g)}} = \frac{x}{1280000 \text{ (g)}} \Rightarrow x = 8000 \text{ mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3$

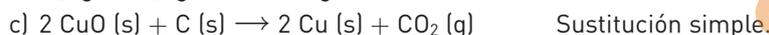
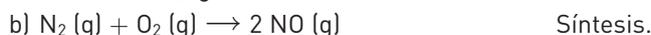
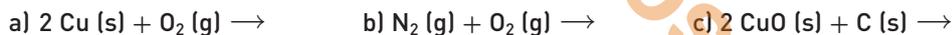
Obtenemos, según la ecuación química:  $\frac{2 \text{ (mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3\text{)}}{4 \text{ (mol de Fe)}} = \frac{8000 \text{ (mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3\text{)}}{x} \Rightarrow x = 16000 \text{ mol de Fe}$

En gramos:  $m_{\text{Fe}} = 16000 \text{ (mol)} \cdot 56 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 896000 \text{ g de Fe} = 896 \text{ kg de Fe}$

b) Igualmente para el carbono:  $\frac{2 \text{ (mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3\text{)}}{3 \text{ (mol de C)}} = \frac{8000 \text{ (mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3\text{)}}{x} \Rightarrow x = 12000 \text{ mol de C}$

En gramos:  $m_{\text{C}} = 12000 \text{ (mol)} \cdot 12 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 144000 \text{ g de C} = 144 \text{ kg de C}$

25. Las siguientes ecuaciones, ¿son de síntesis o de sustitución? Complétalas y ajústalas.

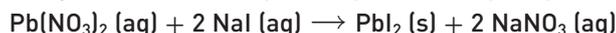


26. ¿A qué tipo de reacciones corresponde cada uno de los siguientes esquemas?



a) Sustitución simple.      b) Descomposición.      c) Doble sustitución.      d) Síntesis.

27. La reacción que representa la siguiente ecuación química produce un precipitado amarillo.



a) ¿Qué producto será?

b) ¿Qué tipo de reacción es? ¿Por qué?

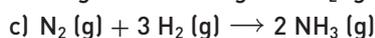
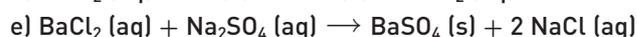
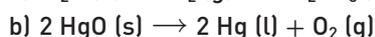
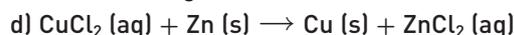
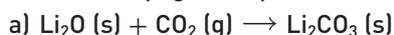
a) El  $\text{PbI}_2$  (s), ya que aparece como un producto sólido que precipita en el fondo del recipiente.

b) Es de doble sustitución porque se intercambian el plomo y el sodio.

28. En la electrólisis del óxido de aluminio fundido,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ¿qué productos se formarán? Escribe la ecuación química ajustada que representa este proceso.

Se formará aluminio, en principio líquido, y oxígeno.  $2 \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (l)} \xrightarrow{\text{energía eléctrica}} 4 \text{Al (l)} + 3 \text{O}_2 \text{ (g)}$

29. Consulta la página <http://www.e-sm.net/fq3eso54>, para clasificar las siguientes reacciones.



La a es de síntesis; la b, de descomposición; la c, de síntesis; la d, de sustitución simple y la e, de sustitución doble.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

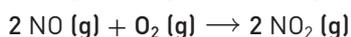
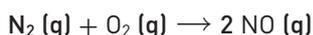
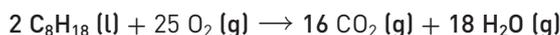
30. Una forma de producir oxígeno en el laboratorio es mediante la descomposición con calor del  $\text{KClO}_3$ . Escribe la ecuación química que representa la reacción.



31. Completa el siguiente párrafo.

Las reacciones de combustión son reacciones en las que unas sustancias, ricas en energía, llamadas combustibles, reaccionan con el oxígeno, llamado comburente. Según la cantidad de este que intervenga, se producirá una combustión completa o incompleta, si la atmósfera es pobre en dicho reactivo.

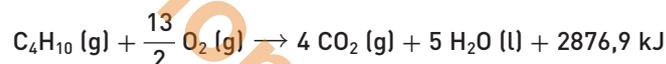
32. Además de la reacción de combustión de la gasolina, en los coches, debido a las altas temperaturas que se alcanzan, el nitrógeno del aire es oxidado por el oxígeno atmosférico. En esta reacción se forma óxido de nitrógeno y este, a su vez, sigue reaccionando con el oxígeno y forma dióxido de nitrógeno (gas contaminante de color marrón). Completa, ajustando, las reacciones que tienen lugar:



33. El propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) es un gas que se utiliza como combustible doméstico e industrial. Escribe su reacción de combustión.



34. Una familia utiliza como combustible, cuando va al pueblo, el gas butano, mientras que en la ciudad utiliza gas metano (gas natural). Las reacciones de combustión de ambas sustancias son las siguientes:



- a) ¿Cuál de las dos aporta más energía por cada 100 g?  
 b) ¿Con cuál de las dos se contamina menos por cada 100 g?

$$\text{a) } \frac{1 (\text{mol C}_4\text{H}_{10})}{58 (\text{g C}_4\text{H}_{10})} = \frac{x}{100 (\text{g})} \Rightarrow x = 1,72 \text{ mol de C}_4\text{H}_{10} \qquad \frac{1 (\text{mol C}_4\text{H}_{10})}{2877 (\text{kJ})} = \frac{1,72 (\text{mol})}{x} \Rightarrow x = 4960 \text{ kJ}$$

$$\frac{1 (\text{mol CH}_4)}{16 (\text{g CH}_4)} = \frac{x}{100 (\text{g CH}_4)} \Rightarrow x = 6,25 \text{ mol de CH}_4 \qquad \frac{1 (\text{mol CH}_4)}{890,3 (\text{kJ})} = \frac{6,25 (\text{mol})}{x} \Rightarrow x = 5564 \text{ kJ}$$

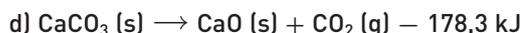
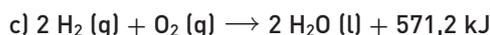
Aporta mayor energía el metano.

$$\text{b) Con 100 g de butano: } \frac{1 (\text{mol C}_4\text{H}_{10})}{4 (\text{mol CO}_2)} = \frac{1,72 (\text{mol C}_4\text{H}_{10})}{x} \Rightarrow x = 6,88 \text{ mol de CO}_2 \Rightarrow m_{\text{CO}_2} = 6,88 \cdot 44 = 303 \text{g de CO}_2$$

$$\text{Con 100 g de metano: } \frac{1 (\text{mol CH}_4)}{1 (\text{mol CO}_2)} = \frac{6,25 (\text{mol CH}_4)}{x} \Rightarrow x = 6,25 \text{ mol de CO}_2 \Rightarrow m_{\text{CO}_2} = 6,25 \cdot 44 = 275 \text{g de CO}_2$$

Contamina menos el metano.

35. ¿Cuáles de las siguientes reacciones son de combustión?

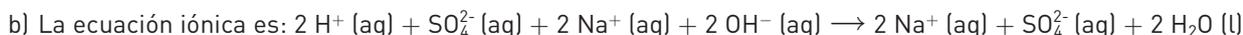
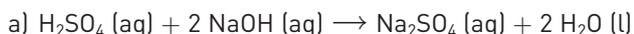


La a y la c. Hay un combustible y un comburente, el oxígeno, además del consiguiente desprendimiento de energía.

37. Se ha derramado en un plato cierta cantidad de una disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y se quiere neutralizar con otra de  $\text{NaOH}$ .

a) ¿Cuál es la ecuación química que representa la reacción?

b) Señala los iones que no intervienen, los que sí lo hacen y la ecuación iónica neta.



Iones que no intervienen:  $\text{Na}^+ (\text{aq})$  y  $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$  Iones que intervienen:  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$



38. Calcula la concentración que debe tener una disolución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para que 50 mL neutralicen a 40 mL de otra disolución de hidróxido sódico 0,4 M.

1. Se escribe la ecuación química ajustada.	$H_2SO_4(aq) + 2 NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2 H_2O(l)$
2. Se anotan los moles de cada sustancia, según la ecuación.	1 mol            2 mol            1 mol            2 mol
3. Se calculan los moles de NaOH que intervienen.	$\frac{0,4 \text{ (mol de NaOH)}}{1 \text{ (L disolución)}} = \frac{x}{0,040 \text{ (L)}} \Rightarrow x = 0,016 \text{ mol de NaOH}$
4. Se establece la nueva proporción con el dato obtenido.	$H_2SO_4(aq) + 2 NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2 H_2O(l)$ 0,008 mol    0,016 mol            0,008 mol    0,016 mol
5. Se calcula la concentración en mol/L para el H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	$c = \frac{0,008 \text{ (mol de H}_2\text{SO}_4\text{)}}{0,05 \text{ (L de disolución)}} = 0,16 \text{ mol / L}$

39. Indica si las siguientes sustancias son ácidas o básicas.

- |                            |                           |                      |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| a) Solución de detergente. | c) Sangre.                | e) Leche.            |
| b) Refresco de cola.       | d) Agua de mar.           | f) Agua carbonatada. |
| a) Básica (pH ≈ 10).       | c) Básica (pH ≈ 7,4).     | e) Ácida (pH ≈ 6,4). |
| b) Ácida (4,8 < pH < 7).   | d) Básica (7 < pH < 8,3). | f) Ácida (pH ≈ 4).   |

40. Escribe la disociación iónica de las disoluciones acuosas de los siguientes ácidos y bases.

- |  |   |                                   |                        |
|--|---|-----------------------------------|------------------------|
| a) H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                    | b) Al(OH) <sub>3</sub>  | c) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | d) Sr(OH) <sub>2</sub> |
| a) $H_2CO_3(aq) \xrightarrow{\text{agua}} 2 H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ | c) $H_3PO_4(l) \xrightarrow{\text{agua}} 3 H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$ |                                   |                        |
| b) $Al(OH)_3(s) \xrightarrow{\text{agua}} Al^{3+}(aq) + 3 OH^-(aq)$  | d) $Sr(OH)_2(s) \xrightarrow{\text{agua}} Sr^{2+}(aq) + 2 OH^-(aq)$ |                                   |                        |

41. Un alumno de 3.º de ESO dice que la sal sulfato de sodio, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (s), cumple las siguientes afirmaciones. ¿Estás de acuerdo con ellas?

- a) En disolución acuosa está disociada.
- b) Procede de la reacción entre el Na<sub>2</sub>O y el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- c) Procede de la reacción entre el NaOH y el SO<sub>3</sub>.
- d) Procede de la reacción entre el NaOH y el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Estoy de acuerdo con la a, ya que las sales están disociadas en agua, y con la d, porque proviene de la reacción entre el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio.

42. ¿De qué ácido y de qué hidróxido proceden las siguientes sales?

- |  |  |        |                                   |
|--|--|--------|-----------------------------------|
| a) MgCl <sub>2</sub>   | b) BaCO <sub>3</sub>   | c) CuS | d) K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> |
| a) MgCl <sub>2</sub> : de la reacción entre el HCl y el Mg(OH) <sub>2</sub> .                            | c) CuS: de la reacción entre el H <sub>2</sub> S y el Cu(OH) <sub>2</sub> .                          |        |                                   |
| b) BaCO <sub>3</sub> : de la reacción entre el H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y el Ba(OH) <sub>2</sub> . | d) K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> : de la reacción entre el H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> y el KOH. |        |                                   |

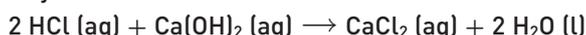
44. En el laboratorio del colegio, una alumna ha preparado una solución disolviendo en agua 120 g de lentejas de NaOH y enrasando en un matraz aforado de 500 mL.

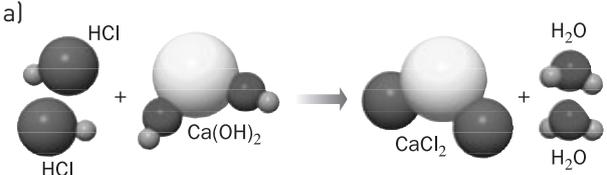
Calcula la concentración molar de iones OH<sup>-</sup> que hay en la disolución.

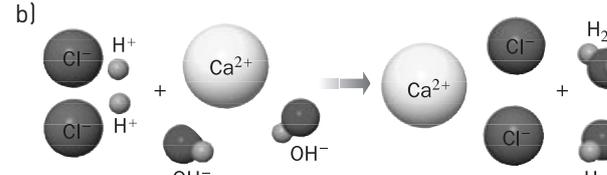
$$\frac{120 \text{ (g NaOH)}}{x} = \frac{40 \text{ (g NaOH)}}{1 \text{ (mol)}} \Rightarrow x = 3 \text{ mol de NaOH} \qquad c = \frac{3 \text{ (mol NaOH)}}{0,500 \text{ (L)}} = 6 \text{ mol / L}$$

La concentración de OH<sup>-</sup> será también de 6 mol/L, porque el hidróxido está completamente disociado.

45. Indica qué dibujo representa mejor esta reacción de neutralización:



a) 

b) 

El b, porque todos los reactivos son ácidos y bases fuertes, y en disolución acuosa están disociados en sus iones.





59. ¿Qué tipo de efectos producen las siguientes sustancias sobre las personas o el medio ambiente?: *óxidos de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, CFC, radiación gamma, plaguicidas y herbicidas.*

Óxidos de carbono: contribuyen a la contaminación del aire provocando trastornos alérgicos y respiratorios, irritación de ojos y mucosas, y asma. Además contribuyen al efecto invernadero.

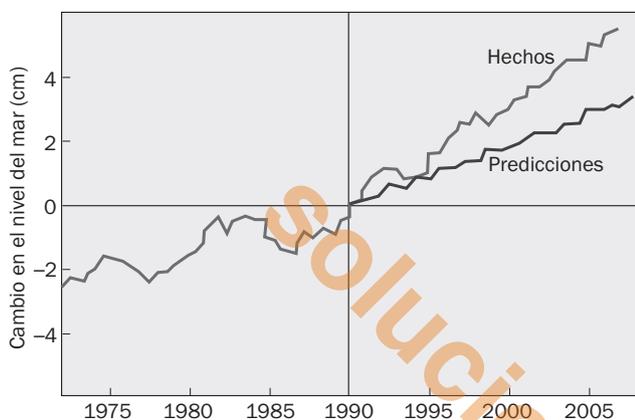
Óxidos de azufre y nitrógeno: además de lo anterior, son también responsables de la formación de la lluvia ácida.

CFC: Contribuyen al efecto invernadero y además son los responsables de la destrucción de la molécula de ozono.

Radiación gamma: procede de emisiones radiactivas, rayos cósmicos, etc. Es sumamente dañina porque produce quemaduras graves y, dada su capacidad de penetración, produce alteraciones en los órganos internos.

Plaguicidas y herbicidas: productos químicos que se vierten en los cultivos para eliminar especies animales o vegetales nocivas. Se almacenan en el suelo y en algunas especies y pueden pasar a la cadena alimenticia.

60. La siguiente gráfica se ha encontrado en un artículo sobre los efectos del aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>. Explica la relación que puede tener.



Como consecuencia de la elevación de la temperatura mundial, los reservorios de agua dulce en estado sólido (polos y nieves eternas) se comenzarán a derretir. Si esto pasa, no solo perderemos ecosistemas muy valiosos y reservas de agua que pueden ser cruciales en el futuro, sino que también comenzaremos a sufrir la elevación del nivel del mar, lo que llevará a la inundación y pérdida de territorios actualmente habitados. La gráfica da a entender, además, que no se trata de predicciones catastrofistas, sino que los hechos están resultando peores que algunas predicciones.

61. Dados los procesos de la figura:

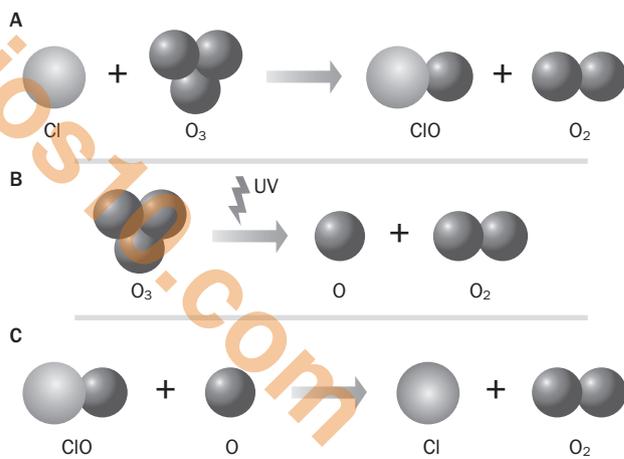
a) Explica a qué hacen referencia y qué riesgo conllevan.

b) ¿Cómo es posible que 1 átomo de cloro pueda destruir 100 000 moléculas de ozono?

a) Se refiere a la destrucción de la molécula de ozono por el cloro atómico procedente de los CFC.

(A) Los átomos de cloro rompen la molécula de ozono y generan monóxido de cloro. (B) La luz ultravioleta disocia la molécula de ozono en oxígeno atómico y oxígeno molecular. (C) El monóxido de cloro formado en (A) reacciona con el oxígeno atómico de la reacción anterior, formando oxígeno molecular y liberando cloro atómico que puede repetir el ciclo.

b) Cada vez que se destruye una molécula de O<sub>3</sub>, el mismo Cl está en disposición de reiniciarlo. Solo cuando un átomo de cloro se une a otro para formar cloro molecular, Cl<sub>2</sub>, el proceso se detendrá.



62. La equivalencia entre unidades energéticas es: 1 tep (tonelada equivalente de petróleo) = 1,428 tec (toneladas equivalentes de carbón) = 4,18 · 10<sup>10</sup> J.

a) ¿Qué energía en julios se obtiene de la combustión de 1 kg de carbón?

b) Por cada gramo de <sup>235</sup>U se obtienen unos 7,2 · 10<sup>10</sup> J. Halla la cantidad de carbón y petróleo que habría que quemar para obtener la misma energía obtenida de 1 t de uranio.

c) Si en la formación de 1 mol de He (4 g) por fusión se desprenden 1,23 · 10<sup>12</sup> J, ¿qué cantidad de petróleo habría que quemar para obtener la energía equivalente a la fusión de 1 t de helio?

a)  $\frac{4,18 \cdot 10^{10} \text{ (J)}}{1428 \text{ (kg)}} = 2,93 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$

b)  $\frac{1 \text{ (tep)}}{x} = \frac{4,18 \cdot 10^{10}}{7,2 \cdot 10^{16}} \Rightarrow x = 1,7 \cdot 10^6 \text{ tep}$        $\frac{1 \text{ (tec)}}{x} = \frac{2,93 \cdot 10^{10}}{7,2 \cdot 10^{16}} \Rightarrow x = 2,5 \cdot 10^6 \text{ tec}$

c) Fusión de 1 t de He:  $\frac{10^6 \text{ (gHe)}}{4 \text{ (g/mol)}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ mol}$ ;  $2,5 \cdot 10^5 \cdot 1,23 \cdot 10^{12} = 3,08 \cdot 10^{17} \text{ J} \Rightarrow \frac{3,08 \cdot 10^{17}}{4,18 \cdot 10^{10}} = 7,4 \cdot 10^6 \text{ t de petróleo}$

63. La eficiencia energética es solo uno de los aspectos que se deben considerar a la hora de elegir uno u otro combustible con el que producir electricidad. Comenta la siguiente noticia de prensa, razonando si estás de acuerdo o no con los argumentos empleados:

*El organismo que en España investiga sobre energías es el CIEMAT y, dentro de él, el responsable del área de fisión dice: "No existen soluciones mágicas. La nuclear no es la única solución, pero si de lo que se trata es de producir electricidad sin emitir CO<sub>2</sub> a la atmósfera, es la mejor candidata".*

Desde la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos se le replica: "eso es salir del fuego para caer en las brasas, porque las nucleares no emiten CO<sub>2</sub> que envenena la atmósfera, pero sí producen residuos radiactivos que envenenan la tierra".

Los dos argumentos que se señalan son acertados. Hasta la fecha, España sigue atrapada en ellos y en la inestabilidad energética que supone seguir dependiendo, por un lado, de los combustibles fósiles, y por otro, de la energía que importamos de Francia (producida esta, en gran parte, por centrales nucleares).

64. Con respecto al problema de los residuos, un informe del Instituto Tecnológico de Massachusetts afirma: "Mucho más peliagudo va a ser el problema de los residuos. Ningún país lo ha resuelto satisfactoriamente. De momento, la solución más plausible es construir almacenes geológicos profundos, como el que Estados Unidos proyecta en Yucca Mountain, desierto de Nevada. El rechazo a estas instalaciones obedece a que su potencial contaminante se prolongará durante decenas de miles de años."

- a) Explica el riesgo que conllevan los almacenes geológicos de residuos radiactivos.  
 b) Investiga en internet sobre las instalaciones de este tipo que hay en España. ¿Qué consecuencias tienen sobre las poblaciones cercanas?  
 a) Ninguna instalación es perfecta ni está exenta de riesgos. Al riesgo del propio almacén, se unen los posibles peligros de transportar los residuos desde diferentes puntos hasta él.

65. ¿De qué modo se puede aprovechar la afinidad del carbono con el oxígeno para obtener hierro puro a partir de un óxido de hierro? Explica las reacciones que tienen lugar en un alto horno:



- a) ¿Por qué no se puede hacer lo mismo para obtener calcio a partir de la cal (óxido de calcio)? ¿Cómo podría conseguirse?  
 b) El proceso descrito es un proceso redox. Explícalo.  
 c) Investiga qué tratamientos deben hacerse al hierro que sale del alto horno para convertirlo en acero.  
 a) En un alto horno se calientan mineral de hierro, coque y piedra caliza (carbonato de calcio) a temperaturas del orden de 1800 °C. El coque se quema como combustible y libera monóxido de carbono que se combina con los óxidos de hierro para producir hierro metálico. La caliza se emplea como fuente adicional de monóxido de carbono y como fundente para formar silicato de calcio. Sin la caliza se formaría silicato de hierro y se perdería hierro metálico. El alto horno no serviría para producir calcio a partir de cal, porque la afinidad del calcio por el oxígeno es mayor que la que tiene el carbono con lo que no puede reducir los óxidos de calcio. El calcio puede obtenerse por electrólisis.  
 b) El proceso descrito es un proceso redox, dado que una sustancia se oxida para que otra se reduzca. El carbono y el CO se oxidan a CO<sub>2</sub> y así los óxidos de hierro se reducen a Fe metálico.  
 c) El acero es una aleación de hierro que contiene entre un 0,04 y un 2,25% de carbono y a la que se añaden elementos como níquel, cromo, manganeso, silicio o vanadio, entre otros. El hierro colado o fundición o arrabio contiene entre un 2,25 y un 5% de carbono. El proceso consiste, pues, en adecuar la proporción de carbono y de los demás integrantes.

## PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

### APLICA LO APRENDIDO.

#### El dióxido de carbono

1. Escribe la ecuación química ajustada de la descomposición de la caliza, realizada por J. Black, sabiendo que su fórmula es CaCO<sub>3</sub> y que el otro producto de la reacción es el óxido de calcio.



2. Realizamos la siguiente experiencia:

- a) Colocamos una vela encendida en un plato.  
 b) Cubrimos el fondo con agua.  
 c) Colocamos un vaso encima de la vela.  
 d) Esperamos unos segundos y la vela se apaga y el nivel del agua sube dentro del vaso.

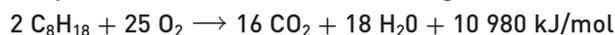
¿Cómo explicas lo que ocurre? Escribe la ecuación química ajustada que representa la combustión de la vela, suponiendo que su fórmula es: C<sub>29</sub>H<sub>60</sub>.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

La reacción de combustión es la siguiente:  $C_{29}H_{60} (s) + 44 O_2 (g) \rightarrow 29 CO_2 (g) + 30 H_2O (l)$

La vela se apaga cuando se consume el  $O_2$  del interior del vaso. El  $CO_2$  formado ocupa menos volumen que el oxígeno consumido, por lo que el volumen de gas en el interior se comprime, haciendo que el agua del plato ascienda. Además, en la reacción se forma  $H_2O (l)$  que se suma al agua que ya hay dentro del vaso.

3. Luis utiliza su motocicleta todos los días para ir al colegio. Gasta un depósito (6,5 L) cada 100 km. Teniendo en cuenta su densidad ( $750 \text{ kg/m}^3$ ) y la reacción de combustión de la gasolina:



- a) Calcula los gramos de  $CO_2$  que emite a la atmósfera cada 100 km.  
b) A la luz de este resultado, da tu opinión sobre el uso de medios de transporte colectivos.

a)  $d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = Vd = 6,5 \cdot 10^{-3} (\text{m}^3) \cdot 750 (\text{kg} / \text{m}^3) = 4,88 \text{ kg} = 4880 \text{ g}$  de gasolina consumida

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4880 (\text{g})}{(8 \cdot 12 + 18 \cdot 1) (\text{g} / \text{mol})} = 42,8 \text{ mol de gasolina} \quad \frac{2 (\text{mol } C_8H_{18})}{16 (\text{mol } CO_2)} = \frac{42,8 (\text{mol } C_8H_{18})}{x} \Rightarrow x = 342 \text{ mol de } CO_2$$

Masa de  $CO_2$  desprendido:  $m = n M = 342 (\text{mol}) \cdot (12 + 16 \cdot 2) (\text{g/mol}) = 15\,000 \text{ g de } CO_2 = 15 \text{ kg de } CO_2$

- b) El uso de medios de transporte colectivos reduciría notablemente la emisión de  $CO_2$  y el consumo energético.

## LEE Y COMPRENDE.

### Elegir la mejor iluminación

1. ¿Para qué se usan las sustancias nitrogenadas?  
Para estimular el crecimiento de las cosechas.
2. ¿Qué condiciones de presión y temperatura precisa la reacción entre el nitrógeno y el hidrógeno para producir amoníaco?  
Altas temperaturas (mayores de  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y presiones elevadas ( $200 \text{ atm}$ ).
3. ¿Por qué Haber investigó la transformación del nitrógeno atmosférico en una forma útil para las plantas?  
Porque la producción de amoníaco no era suficiente para aplicaciones agrícolas y existía la preocupación de que Europa, debido a su población en aumento, experimentara escasez de alimentos.
4. ¿Para qué sirve un catalizador en la reacción?  
Para acelerar el proceso.
5. Haber recibió el premio Nobel en 1918, pero esta decisión fue muy criticada, ¿por qué?  
Esta decisión fue muy criticada debido a sus trabajos sobre armas para la guerra.
6. ¿Qué emplean los granjeros como fertilizantes naturales?  
Los desechos de animales.
7. Explica el significado del comentario de Haber: "Tienen que ver cómo se derrama el amoníaco líquido en la reacción".  
El proceso era tan efectivo que se obtenían grandes cantidades de amoníaco líquido.
8. ¿Qué se consigue paliar con la síntesis del amoníaco?  
Se consigue paliar el agotamiento del *nitrógeno fijado*, imprescindible para la producción agrícola.
9. ¿Al desarrollo de qué tipo de armamento contribuyó Haber?  
Contribuyó al desarrollo de las armas químicas.
10. Escribe un texto de denuncia sobre el desarrollo de las armas químicas y su utilización en las guerras.  
Respuesta libre.

Autoría: Mariano Remacha, Jesús A. Viguera, Antonio Fernández Roura, Alberto Sanmartín • Edición: Antonio Fernández-Roura • Corrección: David Blanco • Ilustración: Domingo Duque, Jurado y Rivas • Diseño: Pablo Canelas, Alfonso Ruano • Maquetación: Grafilia S.L. • Coordinación de diseño: José Luis Rodríguez • Coordinación editorial: Nuria Corredera • Dirección editorial: Aída Moya

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

### EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Explica el significado del término *electricidad*.

El término *electricidad* deriva del término griego *elektron* (ámbar).

2. Investiga cuál es el destino de las pilas que se depositan en los puntos de recogida y valora si el uso responsable de estos dispositivos es o no imprescindible.

Las pilas usadas, especialmente las de botón, son muy contaminantes debido a los metales pesados que contienen. Nunca deben tirarse a la basura, sino que deben depositarse en los puntos de recogida establecidos. Las pilas usadas recogidas en los contenedores destinados a ello se reciclan; de 1 t de pilas usadas pueden obtenerse hasta 600 kg de metales pesados, como el cinc.

3. Realiza un eje temporal con los descubrimientos más importantes relacionados con la electricidad y que hayan tenido una gran repercusión social.

Respuesta libre.

4. Elabora una breve descripción de cómo sería un día en tu vida si no hubiera electricidad.

Respuesta libre.

5. Justifica el carácter eléctricamente neutro de la mayoría de los materiales. ¿Cómo es posible que pueda adquirir carga negativa un cuerpo eléctricamente neutro?

La carga eléctrica del protón y la carga eléctrica del electrón son iguales, pero de signo contrario. El número de electrones de un átomo es igual al número de protones; por tanto, el átomo es eléctricamente neutro y, en consecuencia, la materia, compuesta de átomos, también es neutra.

Un cuerpo eléctricamente neutro adquiere carga eléctrica negativa si gana electrones y queda entonces con un exceso de cargas negativas respecto a las cargas positivas.

6. ¿Por qué se conserva la carga eléctrica de un sistema aislado? ¿Se conservará también cuando se electriza un cuerpo neutro por contacto con otro cargado positivamente?

En un sistema material aislado formado por varios cuerpos, pueden trasladarse electrones de un cuerpo a otro, de forma que la carga eléctrica negativa que adquiere un cuerpo es igual a la carga eléctrica positiva que adquiere otro. Si se suman las cargas eléctricas teniendo en cuenta su signo, la carga eléctrica no ha variado: las cargas positivas adquiridas se cancelan con las cargas negativas y la carga total del sistema permanece constante.

Cuando se electriza un cuerpo neutro por contacto con otro cargado positivamente, pasan cargas eléctricas positivas del cuerpo cargado al inicialmente neutro, pero la carga eléctrica del conjunto se conserva.

7. Indica cuál es el valor en el SI de la unidad natural de carga eléctrica.

La unidad natural de carga eléctrica es el electrón. Su equivalencia en culombios es:  $1 e \Leftrightarrow -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

8. Cita los submúltiplos más utilizados de la unidad de carga eléctrica en el SI.

Los submúltiplos más utilizados del culombio son el miliculombio (mC) y el microculombio ( $\mu\text{C}$ ):

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

9. Sabiendo que un núcleo de helio consta de 2 protones y 2 neutrones, expresa su carga eléctrica en culombios.

La carga eléctrica del protón es la misma que la del electrón, pero de signo positivo. Así, la carga de un núcleo de He es:

$$q = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

## 10. Describe el funcionamiento de un electrómetro.

La separación de las láminas metálicas en un electroscopio es mayor cuanto mayor sea la carga eléctrica detectada. Un electrómetro es un electroscopio que incorpora una escala graduada sobre la que se mide el valor de la carga.

## 11. Justifica cómo varía la fuerza eléctrica entre 2 cargas si la distancia entre ellas:

a) Se reduce a la mitad.

b) Aumenta al doble de su valor.

$$\text{a) Si } r' = \frac{r}{2} : F' = K \frac{q_1 q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = K \frac{q_1 q_2}{\frac{r^2}{4}} = 4K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 4F \quad \text{La fuerza eléctrica se ha hecho cuatro veces mayor.}$$

$$\text{b) Si } r' = 2r : F' = K \frac{q_1 q_2}{(2r)^2} = K \frac{q_1 q_2}{4r^2} = \frac{1}{4} K \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4} F \quad \text{La fuerza eléctrica se ha hecho cuatro veces menor.}$$

12. Calcula la fuerza eléctrica con que se repelen 2 cargas eléctricas de  $+0,2 \mu\text{C}$  y  $+0,5 \mu\text{C}$  sumergidas en agua y separadas por una distancia de 3 cm. Indica si esta fuerza es mayor o menor que si estuviesen en el vacío.

La distancia entre las cargas es  $r = 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ . Como las cargas son del mismo signo, las fuerzas son de repulsión:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 1,12 \cdot 10^8 \cdot \frac{0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = 0,01 \text{ N} \quad \text{En el vacío, donde el valor de } K \text{ es mayor, las fuerzas serán mayores.}$$

## 13. Halla la intensidad del campo eléctrico en un punto, sabiendo que actúa una fuerza de 0,02 N sobre una carga eléctrica de 0,4 mC situada en él.

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{0,02}{0,4 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^4 \text{ NC}^{-1}$$

## 14. Explica la distribución de las cargas eléctricas en un conductor en equilibrio.

Las cargas en exceso en un conductor en equilibrio eléctrico se distribuyen en su superficie. No hay cargas en su interior.

## 15. ¿Por qué los rayos no afectan a los aviones?

La superficie metálica del avión actúa como una jaula de Faraday. Esto aísla eléctricamente al avión del exterior, por lo que no es afectado por los rayos ni por las variaciones del campo eléctrico exterior.

## 16. Cubre tu móvil con papel de aluminio. ¿Qué pasa con la cobertura? Explícalo.

El móvil queda aislado dentro de una jaula de Faraday que impide el paso de las ondas electromagnéticas a su interior; en consecuencia, el móvil queda fuera de cobertura.

## 17. WWW.LIBROSVIVOS.NET/U8/INTERACTIVOS/155

Después de ver este vídeo, describe con tus propias palabras el funcionamiento de una jaula de Faraday y explica por qué son necesarias las antenas de los coches.

Faraday demostró que en el interior de un conductor no existen cargas eléctricas. Para ello se introdujo en una jaula metálica cerrada (*jaula de Faraday*) a la que se aplicaron fuertes descargas eléctricas sin que se apreciara variación alguna en su interior. Un automóvil o un avión se comportan aproximadamente como jaulas de Faraday. Por ello, las antenas son necesarias para captar las ondas electromagnéticas y conducirlas hasta el aparato de radio del interior del automóvil.

## TRABAJO EN EL LABORATORIO

## 1. ¿Por qué el soporte sobre el que se apoyan los materiales debe ser aislante?

Para asegurar que el paso de la carga vaya al electroscopio y no a tierra.

## 2. ¿Por qué en los días tormentosos o con mucha humedad en el ambiente resulta más difícil realizar experiencias sobre fenómenos de electrización?

Porque el ambiente puede estar saturado de cargas eléctricas, lo que enmascara los resultados reales del experimento.

ACTIVIDADES

18. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Una varilla de plástico con carga positiva aumenta su carga si pierde electrones.
  - b) Una varilla de vidrio frotada con un paño de seda adquiere una carga negativa de  $7,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
  - c) Los cuerpos cargados positivamente carecen de electrones.
  - d) La carga eléctrica total de un sistema aislado no varía.
- a) Verdadera. Un cuerpo que cede electrones adquiere carga positiva; si ya tenía carga positiva, la aumentará.  
 b) Falsa. La unidad natural de carga eléctrica es la carga del electrón ( $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ). Una carga negativa de  $7,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  no es un múltiplo de la carga del electrón, por lo que no es posible.  
 c) Falsa. Un cuerpo cargado positivamente tiene un exceso de cargas positivas, pero puede tener, en menor número, cargas negativas, por lo que puede tener electrones.  
 d) Verdadera. Es el enunciado del principio de conservación de la carga.

19. Explica por qué se producen los siguientes fenómenos eléctricos:

- a) Al frotar una varilla de vidrio con un paño de lana, ambos se atraen.
  - b) Cuando se toca una varilla aislada con otra electrizada previamente, ambas varillas se repelen tras el contacto.
  - c) Al tocar con un dedo la parte superior de la barra metálica de un electroscopio cargado, las láminas de este caen a su posición vertical.
  - d) Al aproximar un cuerpo electrizado con carga positiva a un conductor neutro, las cargas positivas del conductor se concentran en la zona más alejada.
- a) Al pasar electrones del uno al otro, ambos cuerpos adquieren carga de distinto signo y se atraen.  
 b) Al pasar cargas de la varilla cargada a la varilla aislada, ambas quedan con cargas de igual signo y se repelen.  
 c) Las cargas de las láminas pasan a tierra a través del cuerpo y el electroscopio queda descargado.  
 d) Al aproximar un cuerpo con carga positiva a un conductor neutro, los electrones libres del conductor son atraídos por el cuerpo y se concentran en la zona del conductor más próxima a este, y las cargas positivas, en la zona más alejada.

20. Indica qué clase de carga eléctrica tienen las siguientes partículas atómicas: electrón, neutrón y protón.

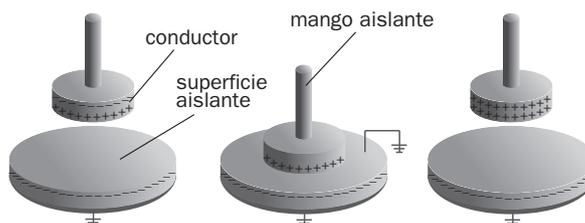
Un electrón tiene carga eléctrica negativa, un protón tiene carga eléctrica positiva y un neutrón carece de carga eléctrica.

21. Determina cuántos electrones han abandonado una varilla de plástico inicialmente descargada si, al frotarla con un trozo de seda, ha adquirido una carga de  $+0,5 \mu\text{C}$ .

$$\text{Número } N \text{ de electrones: } N = \frac{q}{e} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ (C)}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (C / electrón)}} = 3 \cdot 10^{12} \text{ electrones}$$

22. Un electróforo es un sencillo dispositivo que permite producir y transportar carga eléctrica. En la página web <http://www.e-sm.net/fq3eso58> puedes encontrar información sobre su funcionamiento.

- a) Describe las partes de las que consta un electróforo.
  - b) Dibuja un esquema del proceso de carga de un electróforo.
- a) Consta de dos partes: el platillo con mango aislante y una torta de resina. Para conseguir la carga se frota la resina con una piel de conejo (por ejemplo) y luego se apoya el platillo sobre esta. El platillo adquiere carga por inducción.  
 b) El proceso de carga del electróforo podría representarse así:





31. Amplía en internet tus conocimientos sobre la vida y la obra de Coulomb: <http://www.e-sm.net/fq3eso59>. Enumera las aportaciones de Coulomb a la ciencia, además de sus famosas leyes sobre las fuerzas eléctricas.

Coulomb inventó la balanza de torsión para medir la fuerza de atracción o repulsión que ejercen entre sí dos cargas eléctricas, y estableció la función que liga esta fuerza con la distancia. Fue el primero en establecer las leyes cuantitativas de la electrostática, además de realizar muchas investigaciones sobre magnetismo, rozamiento y electricidad. Entre otras teorías y estudios se le debe la teoría de la torsión recta y un análisis del fallo del terreno dentro de la mecánica de suelos.

32. Completa el texto utilizando las siguientes palabras: *balanza, cargas eléctricas, constante de proporcionalidad, fuerzas eléctricas, inversamente proporcional y medio material.*

Para cuantificar las ....., el científico francés Coulomb utilizó una ..... de torsión. Comprobó que la fuerza entre dos ..... es directamente proporcional al valor de las cargas e ..... al cuadrado de la distancia entre ellas. La fuerza eléctrica varía con el tipo de ..... existente entre las cargas; el vacío es el medio que tiene el mayor valor de la .....

Fuerzas eléctricas; balanza; cargas eléctricas; inversamente proporcional; medio material; constante de proporcionalidad.

33. Dos cargas puntuales idénticas de  $-0,1 \text{ mC}$  se encuentran en el vacío a  $10 \text{ cm}$  de distancia. Halla:

- a) La fuerza de repulsión entre ellas.
- b) La distancia a la que deberían situarse en un medio acuoso para que la fuerza fuese la misma. En el agua,  $K = 1,12 \cdot 10^8 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

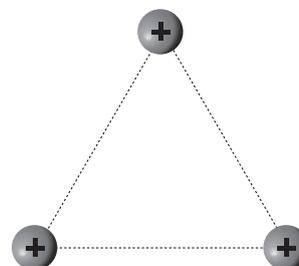
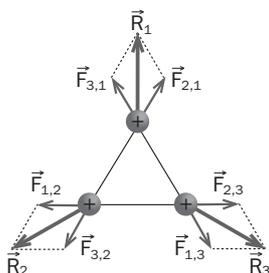
a) Distancia:  $r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \Rightarrow F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}{(0,1)^2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

b)  $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = K \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow r = q \sqrt{\frac{K}{F}} = 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{1,12 \cdot 10^8}{9 \cdot 10^{-3}}} = 0,011 \text{ m} = 1,1 \text{ cm}$

34. Tres cargas  $+q$  iguales se encuentran situadas en los vértices de un triángulo equilátero.

Representa en un dibujo:

- a) Las fuerzas eléctricas que actúan sobre cada una de estas cargas.
- b) La fuerza resultante sobre cada una de ellas.



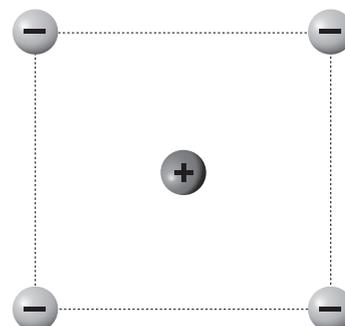
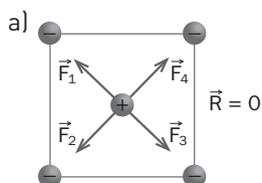
35. Cuatro cargas  $-q$  iguales están en los vértices de un cuadrado, y una quinta carga  $+q$ , en su centro.

Representa en un dibujo:

- a) Las fuerzas eléctricas que actúan sobre la carga eléctrica positiva.
- b) La fuerza resultante sobre ella.

Suponiendo que las 5 cargas hubieran sido iguales y positivas ( $+q$ ):

c) ¿Cuál hubiera sido la fuerza resultante sobre la carga situada en el centro del cuadrado?



- b) La fuerza es nula porque las cuatro fuerzas debidas a las cargas en los vértices se neutralizan dos a dos (tienen la misma intensidad y dirección, pero sentidos opuestos).
- c) También sería nula la fuerza resultante, por el mismo motivo que en el caso anterior.

36. Al situar una carga de  $+1,5 \mu\text{C}$  en un punto de un campo eléctrico, actúa sobre ella una fuerza de  $0,03 \text{ N}$ . Determina la intensidad del campo en ese punto.

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{0,03}{1,5 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$$

37. Sobre una carga de  $1,25 \cdot 10^{11}$  electrones, situada en un punto de un campo eléctrico, actúa una fuerza de  $0,08 \text{ N}$ . Halla la intensidad del campo.

$$\text{Carga eléctrica: } q = 1,25 \cdot 10^{11} \text{ (electrones)} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ (C/electrón)} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C} \Rightarrow E = \frac{F}{q'} = \frac{0,08}{2 \cdot 10^{-8}} = 4 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

38. Halla la fuerza eléctrica sobre una carga de  $+2,5 \mu\text{C}$ , situada en un punto en el que la intensidad del campo eléctrico es  $3000 \text{ N/C}$ .

$$F = E \cdot q' = 3000 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

39. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- El electroscopio permite determinar el valor de la intensidad del campo eléctrico.
  - La fuerza que ejerce el campo eléctrico sobre una carga depende del valor de la carga.
  - La intensidad del campo eléctrico en un punto depende del valor de la carga eléctrica situada en ese punto.
  - La intensidad del campo eléctrico es nula en un punto en el que se cortan dos líneas de campo.
  - Las líneas de campo van desde las cargas eléctricas positivas a las cargas eléctricas negativas.
- Falsa. El electroscopio detecta la presencia de carga eléctrica, pero no determina la intensidad del campo eléctrico.
  - Verdadera. La fuerza  $F$  sobre una carga  $q'$  es  $F = E q'$ , siendo  $E$  la intensidad del campo.
  - Falsa. La intensidad del campo eléctrico en un punto es un valor característico de ese punto del campo y no depende del valor de la carga que se encuentre en él.
  - Falsa. Dos líneas del campo eléctrico nunca se cortan en un punto.
  - Verdadera. Las líneas de campo se dibujan con origen en las cargas positivas y finalizan en las cargas negativas.

40. Un campo eléctrico ejerce una fuerza de  $2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$  sobre una carga de  $+5 \mu\text{C}$  situada en un punto del campo:

- Calcula la intensidad del campo en ese punto.
- Calcula la fuerza que actuaría sobre una carga de  $+7,5 \mu\text{C}$  situada en él.

$$\text{a) } E = \frac{F}{q'} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}} = 400 \text{ N/C} \qquad \text{b) } F = E q' = 400 \cdot 7,5 \cdot 10^{-6} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

41. El ion calcio (II) tiene una carga equivalente a 2 protones. Calcula la fuerza eléctrica sobre un ion cálcico situado en un campo eléctrico uniforme de  $20\,000 \text{ N/C}$ .

$$\text{Carga del ion calcio (II): } q = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow F = E q' = 20\,000 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} = 6,4 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

43. Una pequeña esfera de  $0,04 \text{ N}$  de peso se encuentra en equilibrio en un campo eléctrico de  $9000 \text{ N/C}$ , que produce sobre la esfera una fuerza vertical hacia arriba. Halla:

- La fuerza eléctrica sobre la esfera.
- La carga eléctrica de la esfera.
- Su masa.

a) El peso de la esfera se equilibra con la fuerza eléctrica:  $P = F$ . La fuerza tiene como módulo  $0,04 \text{ N}$ .

$$\text{b) } F = E q' \Rightarrow q' = \frac{F}{E} = \frac{0,04}{9000} = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 4,4 \mu\text{C}$$

$$\text{c) } m g = 0,04 \text{ N}; m \cdot 9,8 = 0,04; m = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

44. Un campo eléctrico está creado por una carga de  $+40 \mu\text{C}$ . Calcula:

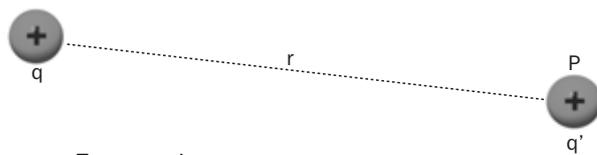
- El valor de la intensidad del campo a una distancia de  $6 \text{ mm}$  de la carga.
- La fuerza ejercida por el campo sobre una carga de  $+0,5 \mu\text{C}$  en ese mismo punto.

$$\text{a) } E = K \frac{q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6}}{(6 \cdot 10^{-3})^2} = 10^{10} \text{ N/C} \qquad \text{b) } F = E q' = 10^{10} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 5000 \text{ N}$$

46. Se sitúa una carga eléctrica  $q'$  en un punto  $P$  a una distancia  $r$  de otra carga  $q$ .

Escribe las expresiones matemáticas de:

- a) La fuerza eléctrica  $F$  sobre la carga  $q'$ .
- b) La intensidad  $E$  del campo eléctrico en el punto  $P$ .



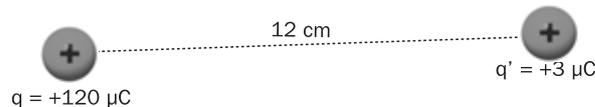
a) Según la ley de Coulomb:  $F = K \frac{qq'}{r^2}$

b)  $E = \frac{F}{q'} = K \frac{qq'}{q'r^2} = K \frac{q}{r^2}$

47. Observa esta distribución de cargas en el vacío.

Determina:

- a) La fuerza eléctrica  $F$  que actúa sobre  $q'$ .
- b) La intensidad en  $P$  del campo eléctrico generado por la carga  $q$ .
- c) La fuerza eléctrica que ejercería este campo sobre una carga eléctrica de  $+8 \mu\text{C}$  situada en el punto  $P$ .



a)  $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(12 \cdot 10^{-2})^2} = 225 \text{ N}$

b)  $E = \frac{F}{q'} = \frac{225}{3 \cdot 10^{-6}} = 7,5 \cdot 10^7 \text{ N/C}$

c)  $F = E \cdot q' = 7,5 \cdot 10^7 \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 600 \text{ N}$

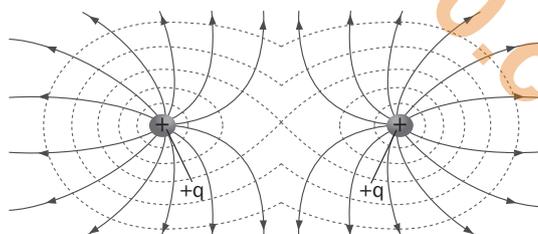
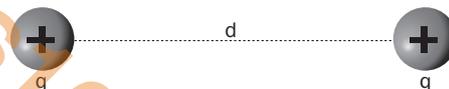
48. Elige la opción correcta sobre las líneas del campo eléctrico:

- a) Se cortan en los puntos en los que el campo eléctrico es nulo.
- b) Están más próximas donde el campo eléctrico es más intenso.
- c) Son circunferencias centradas en las cargas eléctricas positivas.
- d) Son líneas rectas que van desde las cargas positivas a las negativas.

La opción correcta es la *b*. Están más próximas donde el campo eléctrico es más intenso.

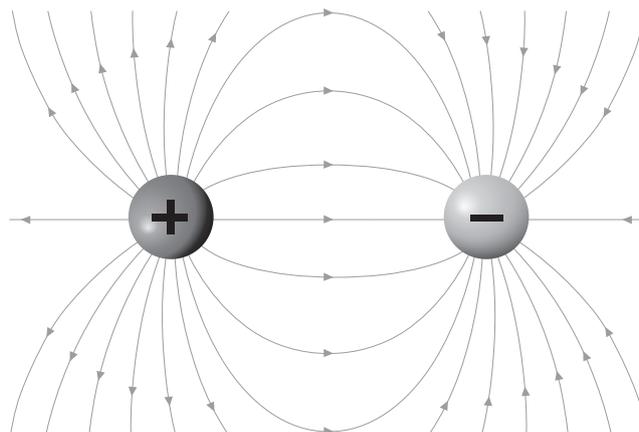
49. Dos cargas positivas iguales crean un campo eléctrico.

Dibuja las líneas del campo eléctrico debido a estas cargas.



50. La figura representa el campo eléctrico creado por 2 cargas iguales de distinto signo:  $+q$  y  $-q$ . Comenta los aspectos más destacables de la figura y responde a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Cuáles son las fuentes del campo (de dónde salen las líneas de campo)?
- b) ¿Cuáles son los sumideros del campo (dónde terminan las líneas de campo)?
- c) ¿En qué puntos se cortan las líneas del campo?
- d) ¿Dónde están más próximas las líneas del campo?
- e) ¿Cómo se movería una carga eléctrica positiva situada en el punto medio de las 2 cargas creadoras del campo,  $+q$  y  $-q$ ?
- f) ¿Y si la carga fuera negativa?



- a) Las líneas del campo salen de la carga positiva.
- b) Las líneas del campo terminan en la carga negativa.
- c) Las líneas del campo no se cortan en ningún punto.
- d) Las líneas del campo están más próximas en las zonas en las que el campo es más intenso; en este caso, en las proximidades de las cargas.
- e) Se movería hacia la carga negativa, atraída por esta y repelida por la carga positiva.
- f) Se movería hacia la carga positiva, atraída por esta y repelida por la carga negativa.

51. Indica si las siguientes afirmaciones son correctas o no. Justifica tus respuestas en todos los casos.

- a) Los metales son buenos conductores.
  - b) Los metales carecen de electrones libres que puedan moverse por ellos.
  - c) Los electrones se mueven con más facilidad en los metales que en los dieléctricos.
- a) Correcta. Los metales tienen electrones libres que permiten una fácil conducción de la electricidad.  
 b) Incorrecta. La existencia de electrones libres caracteriza a los materiales metálicos.  
 c) Correcta. En los dieléctricos los electrones están fuertemente ligados a átomos concretos.

52. Explica por qué durante una tormenta no es seguro refugiarse debajo de un árbol pero, sin embargo, sí es seguro permanecer en el interior de un automóvil.

Un árbol, debido al poder de las puntas, puede cargarse por influencia y servir de punto de descarga a los rayos. En cambio, un automóvil se comporta como una jaula de Faraday, por lo que en su interior no hay cargas eléctricas.

53. Amplía tus conocimientos sobre la jaula de Faraday en [www.e-sm.net/fq3eso60](http://www.e-sm.net/fq3eso60). ¿Por qué no se oye una radio introducida en una jaula de malla? ¿Por qué sí se oye un teléfono móvil?

La jaula aísla el campo electromagnético en su interior e impide que naveguen las ondas de radio y lleguen a su interior. Pero las ondas utilizadas por los teléfonos móviles tienen menor longitud de onda y pueden traspasar la malla de la jaula.

54. Completa el texto utilizando las siguientes palabras: *aislantes, atómica, átomos, conductores, dieléctricos, el grafito, electricidad, electrones libres y la porcelana*.

La madera, el vidrio y ..... son materiales .....; el cobre, el hierro y ..... son materiales .....  
 La diferencia de comportamiento entre conductores y aislantes se explica por su diferente estructura .....  
 Los ..... pueden moverse por los conductores, pero están ligados a ..... concretos en los ..... o aislantes. Pero en la práctica no hay conductores ni aislantes perfectos; es más correcto hablar de buenos conductores y de buenos aislantes; cualquier material puede conducir algo la .....

La madera, el vidrio y la *porcelana* son materiales *aislantes*; el cobre, el hierro y *el grafito* son materiales *conductores*. La diferencia de comportamiento entre conductores y aislantes se explica por su diferente estructura *atómica*. Los *electrones libres* pueden moverse por los conductores, pero están ligados a *átomos* concretos en los *dieléctricos* o *aislantes*. Pero en la práctica no hay conductores ni aislantes perfectos; es más correcto hablar de buenos conductores y de buenos aislantes; cualquier material puede conducir algo la *electricidad*.

55. Indica si las siguientes afirmaciones son correctas o no. Justifica tus respuestas en todos los casos.

- a) Un conductor está en equilibrio electrostático cuando no tiene carga eléctrica.
  - b) En un conductor que se encuentra en equilibrio electrostático las cargas en exceso están en continuo movimiento.
  - c) Las cargas eléctricas en exceso en un conductor se distribuyen por igual en todo su volumen.
  - d) Las cargas eléctricas en un conductor se sitúan preferentemente en las puntas.
- a) Incorrecta. Se debe hablar de conductor descargado; en él no hay cargas en equilibrio.  
 b) Incorrecta. En un conductor en equilibrio electrostático las cargas en exceso se sitúan en la superficie.  
 c) Incorrecta. Las cargas eléctricas en exceso en un conductor se distribuyen en la superficie; en el interior del conductor no hay cargas eléctricas.  
 d) Correcta. Las cargas eléctricas en un conductor se sitúan preferentemente en las puntas.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

56. El científico estadounidense Robert A. Millikan realizó en 1909 el famoso *experimento de la gota de aceite*.

Dispuso dos láminas metálicas horizontales y paralelas. A continuación introdujo mediante un atomizador gotitas de aceite entre las placas por una abertura en la lámina superior. Las gotitas de aceite se electrizaran por fricción al salir del atomizador, por lo que cuando están entre las placas tienen carga eléctrica.

Con un microscopio observó el movimiento de caída de las gotitas.

Millikan midió que el radio de una de las gotitas esféricas era  $8,4 \cdot 10^{-7}$  m. Calcula:

- a) El volumen de esa gota de aceite.
- b) Su masa teniendo en cuenta que la densidad del aceite es  $800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .
- c) Su peso.

Millikan aplicó un campo eléctrico de  $20\,000 \text{ N/C}$  entre las láminas metálicas. Algunas gotitas quedaban en equilibrio entre la fuerza eléctrica sobre ellas y su peso.

- d) Escribe la expresión matemática que indica que la fuerza total sobre la gotita en equilibrio es nula.
- e) Calcula la carga eléctrica de la gotita de  $8,4 \cdot 10^{-7}$  m de radio.
- f) Halla la relación entre esta carga y la cantidad  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
- g) Repite los apartados a, b, c, e y f para una gotita de aceite de  $1,08 \cdot 10^{-6}$  m de radio.

Millikan comprobó con cientos de gotas de aceite que la carga eléctrica  $q$  adquirida por ellas era:

$$q = n e$$

siendo  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  y  $n$  un número entero positivo.

h) Señala cuáles de las siguientes conclusiones se extraen del experimento de la gota de aceite de Millikan y cuáles no:

1. La carga del electrón es  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .
2. Las gotas de aceite flotan en el aire.
3. Las gotas de aceite pesan muy poco.
4. Las fuerzas que producen los campos eléctricos son verticales.
5. La carga eléctrica está cuantizada: cualquier carga eléctrica es un múltiplo de  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Puedes ampliar la información sobre el experimento de la gota de aceite de Millikan en el vídeo [www.esm.net/fq3eso61](http://www.esm.net/fq3eso61).

- i) ¿Por qué caen las gotas de aceite lentamente entre las placas?
- j) Escribe la carga del electrón con 4 cifras significativas.
- k) Además de la determinación de la carga del electrón, ¿qué otras aportaciones científicas realizó Millikan?

a)  $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot (8,4 \cdot 10^{-7})^3 = 2,48 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3$

b)  $m = Vd = 2,48 \cdot 10^{-18} \cdot 800 = 1,99 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$

c)  $P = mg = 1,99 \cdot 10^{-15} \cdot 9,8 = 1,95 \cdot 10^{-14} \text{ N}$

d) Si la gota está en equilibrio, el peso de la gota es igual a la fuerza eléctrica pero de sentido contrario:  $mg = F_E$ .

e) Por tanto:  $mg = F_E = Eq \Rightarrow 1,95 \cdot 10^{-14} = 20000q \Rightarrow q = 9,75 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

f)  $n = \frac{q}{e} = \frac{9,75 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,09 \approx 6$

g)  $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot (1,08 \cdot 10^{-6})^3 = 5,28 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3$

$m = Vd = 5,28 \cdot 10^{-18} \cdot 800 = 4,22 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$

$P = mg = 4,22 \cdot 10^{-15} \cdot 9,8 = 4,13 \cdot 10^{-14} \text{ N}$

$mg = F_E = Eq \Rightarrow 4,13 \cdot 10^{-14} = 20000q \Rightarrow q = 2,07 \cdot 10^{-18} \text{ C}$

$n = \frac{q}{e} = \frac{2,07 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 12,9 \approx 13$

h) La conclusión que se deriva del experimento de Millikan es que la carga eléctrica está cuantizada (cualquier carga eléctrica es un múltiplo de  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ).

i) Las gotas caen lentamente, con un movimiento uniforme, debido a la viscosidad del medio.

j)  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

k) Investigó los rayos cósmicos, la radiactividad de los minerales de uranio, la descarga en gases y las radiaciones ultravioleta.

## PON A PRUEBA TUS COMPETENCIAS

## DESCUBRE TU ENTORNO

## Las tormentas y los pararrayos

1. Calcula cuántos rayos caen por término medio cada segundo sobre la Tierra.

Si cada año caen sobre la Tierra más de 3000 millones de rayos, cada segundo caerán:

$$\frac{3 \cdot 10^9 \text{ (rayos)}}{1 \text{ (año)}} \cdot \frac{1 \text{ (año)}}{365 \text{ (días)}} \cdot \frac{1 \text{ (día)}}{24 \text{ (h)}} \cdot \frac{1 \text{ (h)}}{60 \text{ (min)}} \cdot \frac{1 \text{ (min)}}{60 \text{ (s)}} = 95 \text{ rayos / s}$$

2. ¿Por qué las tormentas pueden provocar el incendio de los bosques?

Porque los árboles pueden actuar de pararrayos e incendiarse.

3. En este enlace: <http://www.e-sm.net/fq3eso62>, amplía tu información sobre las tormentas y los pararrayos.

a) Señala las diferencias entre *rayo*, *relámpago* y *trueno*.

b) Describe los distintos tipos de rayos.

c) Explica cómo se origina el trueno.

d) ¿Cómo se puede calcular la distancia a la que se encuentra una tormenta?

a) El rayo es una poderosa descarga electrostática natural, producida durante una tormenta eléctrica. El relámpago es la emisión de luz que acompaña al rayo y es causado por el paso de corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire. El trueno es el sonido desarrollado por la onda de choque del rayo.

b) Duendes: destellos luminosos que se producen desde por encima de la nube hasta la capa superior de la atmósfera. Intranubes: se producen entre una misma nube. Internubes: se producen entre varias nubes. Entre la nube y la tierra.

c) El trueno es el sonido de la onda de choque causada cuando un rayo calienta instantáneamente el aire a más de 28 000 °C. Este aire se expande a gran velocidad y al mezclarse con aire frío del entorno baja bruscamente su temperatura y se contrae. La rápida expansión y contracción genera ondas de choque que producen el sonido.

d) Se piensa erróneamente que, dada la velocidad del sonido en el aire (340 m/s), para determinar la distancia a la que caen los rayos, solo es necesario contar los segundos entre relámpago y trueno. Sin embargo, el trueno se desplaza por medio de ondas explosivas que son mucho más rápidas que las ondas acústicas ordinarias.

4. Si transcurren 6 s desde que se ve el relámpago hasta que se oye el trueno, ¿a qué distancia aproximada se encuentra la tormenta?

Suponiendo que el trueno se desplaza a la velocidad del sonido:  $6 \text{ (s)} \cdot \frac{340 \text{ (m)}}{1 \text{ (s)}} = 2040 \text{ m}$

5. Describe cómo funcionan los pararrayos y justifica por qué un pararrayos no puede fabricarse con material dieléctrico.

Un pararrayos es un mástil metálico terminado en punta, que se sitúa en la parte más alta de la estructura que se desea proteger (edificios, depósitos de combustible, estaciones eléctricas, etc.). Su extremo inferior se une mediante un conductor muy grueso a barras metálicas enterradas en el suelo. Cuando se produce la descarga, las cargas eléctricas se dirigen desde la nube hasta el extremo del pararrayos y pasan a tierra por el conductor.

No puede utilizarse material dieléctrico, porque no conduce la electricidad.

6. Señala cuál de las siguientes medidas de seguridad es procedente en una tormenta:

I. Caminar sobre suelo húmedo.

II. Refugiarse debajo de un árbol.

III. Tumbarse en el suelo si se está en campo abierto.

IV. Avisar de la tormenta con el teléfono móvil.

La medida de seguridad procedente en una tormenta es tumbarse en el suelo si se está en campo abierto.

## LEE Y COMPRENDE

## La pila eléctrica

1. ¿Qué condición deben tener los materiales que se intercalan entre los pares metálicos para construir la pila de Volta? ¿Con qué es mejor humedecerlos?

Deben ser capaces de absorber y conservar mucha agua o humedad, pues es necesario para que haya transferencia de electrones. Lo mejor es humedecerlas con agua salada.

2. ¿Se puede construir una pila de Volta con discos de cobre y estaño en lugar de plata y cinc? ¿Cuáles son preferibles?

Se puede construir de ambas maneras. Es preferible que sean de plata y cinc.

Solucionario descargado de: <https://solucionarios.academy/>

3. Si se construye una pila con discos de plata y cinc, ¿de qué material debe ser el disco que está más abajo de la columna? ¿Por qué?

Se ha de acoplar un disco de plata con uno de cinc, y siempre en el mismo sentido, es decir, la plata abajo y el cinc arriba, o viceversa, según como se haya comenzado, e intercalando entre cada uno de estos pares un disco mojado.

4. ¿Por qué el tamaño y la forma de las piezas no son factores importantes para construir la pila de Volta?

La precisión no es necesaria y, en general, el tamaño y la forma de las piezas metálicas es arbitrario. Todo lo que es necesario es que puedan ser dispuestas una encima de otra, en una columna.

5. ¿Volta consideraba que la construcción de una pila eléctrica era sencilla o complicada? ¿Por qué?

Consideraba que era un trabajo simple y fácil, pues no tenía más que acomodar los discos correctamente.

6. Explica, con ayuda del diccionario, el significado de *arbitrario*, *enjugado*, *viceversa* e *intercalar*.

Arbitrario: que depende de la decisión del árbitro. Enjugado: humedecido. Viceversa: Al contrario; cambiadas dos cosas recíprocamente. Intercalar: interponer o poner algo entre otras cosas.

7. ¿A qué se refiere Volta en el texto con el término banco?

Se refiere a un lugar de apoyo que fuera firme y plano.

8. En la web del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología puedes encontrar más información sobre la pila de Volta y otros dispositivos eléctricos. Entra, a través de este enlace: [www.e-sm.net/fq3eso64](http://www.e-sm.net/fq3eso64), y selecciona información que te sirva para completar la que ya tienes.

Realizad en grupo una presentación con diapositivas y exponedla al resto de la clase, incidiendo en la repercusión que ha tenido en nuestras vidas la invención de la pila eléctrica.

Respuesta libre.

Autoría: Mariano Remacha, Jesús A. Viguera, Antonio Fernández Roura, Alberto Sanmartín • Edición: Antonio Fernández-Roura • Corrección: David Blanco • Ilustración: Domingo Duque, Jurado y Rivas • Diseño: Pablo Canelas, Alfonso Ruano • Maquetación: Grafilia S.L. • Coordinación de diseño: José Luis Rodríguez • Coordinación editorial: Nuria Corredera • Dirección editorial: Aída Moya

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Ediciones SM: