

PROYECTO  
**SABER  
HACER**

Física y Química 3.º ESO. SOLUCIONARIO

5

# Reacciones químicas

## INTERPRETA LA IMAGEN

- **¿En qué lugar del motor se produce la reacción química entre el oxígeno y el combustible?**  
En el interior de los cilindros.
- **¿De dónde se toma el oxígeno necesario para la combustión? ¿Cómo se expulsan los gases generados durante la combustión?**  
El oxígeno necesario se toma del aire. Los gases generados se expulsan gracias a la apertura de una válvula tras la explosión, en la etapa denominada escape.

## CLAVES PARA EMPEZAR

- **¿Qué diferencia hay entre un cambio físico y un cambio químico? Pon ejemplos.**  
En un cambio físico no cambia la naturaleza de la materia afectada. Por ejemplo, cuando el agua se congela se transforma en hielo, pero sigue siendo agua.  
En un cambio químico, en cambio, sí se modifica la naturaleza de la sustancia. Por ejemplo, cuando el gas butano se quema el butano desaparece y aparecen otras sustancias, como el agua y el dióxido de carbono.
- **Opina. ¿Cómo puede fomentarse, a tu juicio, el uso de motores más eficientes y menos contaminantes en los automóviles?**  
Respuesta libre. Una opción es la subvención por parte de las administraciones de los vehículos más eficientes y menos contaminantes. Otra, elaborar campañas para concienciar a la población de las ventajas del uso de vehículos con motores eficientes y menos contaminantes.

## ACTIVIDADES

**1** Indica en tu cuaderno cuáles de estos procesos son cambios físicos y cuáles son cambios químicos:

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| a) Disolver azúcar en agua.  | f) Mezclar agua y aceite.        |
| b) Comer un pastel.          | g) Encender una bombilla.        |
| c) Hervir alcohol.           | h) Explotar fuegos artificiales. |
| d) Quemar alcohol.           | i) Freír un filete.              |
| e) Mezclar alcohol con agua. | j) Congelar un filete.           |

Cambios físicos: b, c, e, f, g, j.

Cambios químicos: a, d, h, i.

**2** Idea una prueba que te permita saber con certeza si cada uno de los cambios del ejercicio anterior es un cambio físico o un cambio químico.

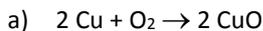
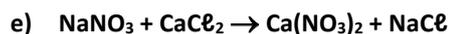
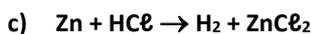
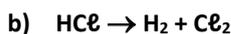
Respuesta libre. Para el azúcar, podemos intentar evaporar el agua calentando a ver si conseguimos de nuevo azúcar. Al comer un pastel este se trocea: cambio físico. Al hervir alcohol cambia de estado. Podemos conseguir de nuevo alcohol líquido enfriando. Al quemar alcohol aparecen nuevas sustancias: dióxido de carbono y agua. La mezcla de alcohol y agua puede volver a separarse. Lo mismo ocurre con la mezcla de agua y aceite. Al encender una bombilla, no aprecian nuevas sustancias. Cuando los fuegos explotan el aspecto de los cartuchos quemados es muy diferente de los cartuchos iniciales. Tras freír un filete no puede conseguirse de nuevo el filete inicial. El filete puede descongelarse y vuelve a ser como al principio.

**3** Introducimos en un recipiente las cantidades de gas hidrógeno y de gas oxígeno adecuadas para obtener 5 moléculas de agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

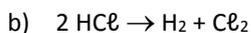
- Escribe la fórmula de los reactivos y los productos.
- ¿Cuántas moléculas de gas hidrógeno y cuántas de gas oxígeno se han introducido en el recipiente?
- Cuenta el número de átomos de cada elemento químico en los reactivos y en los productos.
- Calcula la masa de los reactivos y la de los productos de esta reacción (en unidades atómicas).
- Indica qué se conserva y qué cambia en este proceso.

- Reactivos: H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Productos: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- Para obtener 5 moléculas de agua oxigenada debemos disponer de 10 átomos de hidrógeno y 10 átomos de oxígeno. Así, hacen falta 5 moléculas de H<sub>2</sub> y 5 de O<sub>2</sub>.
- Hay 10 átomos de H y 10 de O tanto en los elementos como en los productos.
- Reactivos: 10 · 1 u (H) + 10 · 16 u (O) = 170 u.  
Productos: 5 · (2 u · 1 + 16 u · 2) = 170 u.
- Se conserva la masa y el número de átomos de cada elemento. No se conserva el número de moléculas.

**4** Ajusta las siguientes ecuaciones químicas y luego escríbelas mediante una frase que indique la proporción en átomos o moléculas en que se combinan los reactivos y se obtienen los productos. Ejemplo: «moléculas de \_\_\_\_\_ reaccionan con \_\_\_\_\_ átomos de para dar equivalentes a moléculas de \_\_\_\_\_ y moléculas de \_\_\_\_\_».



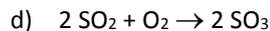
«2 átomos de Cu reaccionan con 1 molécula de O<sub>2</sub> para dar 2 equivalentes a moléculas de CuO».



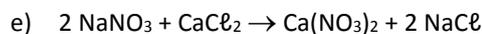
«2 moléculas de HCl se descomponen para dar 2 moléculas de H<sub>2</sub> y 2 moléculas de Cl<sub>2</sub>».



«1 átomo de Zn reacciona con 2 moléculas de HCl para dar 1 molécula de H<sub>2</sub> y 1 equivalente a molécula de ZnCl<sub>2</sub>».



«2 moléculas de SO<sub>2</sub> reaccionan con 1 molécula de O<sub>2</sub> para dar 2 moléculas de O<sub>3</sub>».

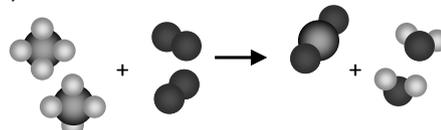
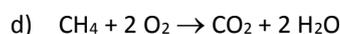
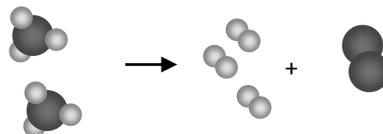
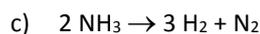
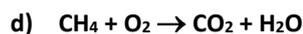
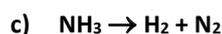
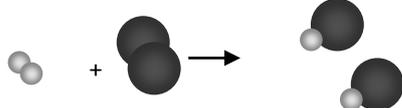
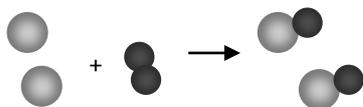
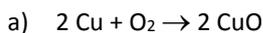


«2 equivalentes a moléculas de NaNO<sub>3</sub> reaccionan con 1 equivalente a molécula de CaCl<sub>2</sub> para dar 1 equivalente a molécula de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y 2 equivalentes a moléculas de NaCl».



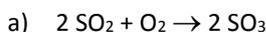
«1 equivalente a molécula de Mg(OH)<sub>2</sub> reacciona con 2 equivalentes a molécula HNO<sub>3</sub> para dar 1 equivalente a molécula de Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y 2 moléculas de H<sub>2</sub>O».

**5** Ajusta las ecuaciones y dibuja en tu cuaderno un esquema de las fórmulas que intervienen en las siguientes reacciones, representando con un color diferente los átomos de cada elemento.



**6** Durante la fabricación del ácido sulfúrico, el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) se hace reaccionar con oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para obtener trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), también gas.

- Escribe y ajusta la reacción que tiene lugar.
- ¿Cuántos gramos de oxígeno hacen falta para reaccionar con 16 g de  $\text{SO}_2$ ?
- ¿Cuántos gramos de  $\text{SO}_3$  se obtendrán en ese caso?



b) Empleamos la relación entre las masas que nos indica la reacción ajustada.

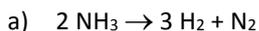
$$16 \text{ g de } \text{SO}_2 \cdot \frac{2 \cdot 16 \text{ g de } \text{O}_2}{2 \cdot (32 + 16 \cdot 2) \text{ g de } \text{SO}_2} = 4 \text{ g de } \text{O}_2$$

c) De nuevo empleamos la relación entre las masas que nos indica la reacción ajustada.

$$16 \text{ g de } \text{SO}_2 \cdot \frac{2 \cdot (32 + 16 \cdot 3) \text{ g de } \text{SO}_3}{2 \cdot (32 + 16 \cdot 2) \text{ g de } \text{SO}_2} = 20 \text{ g de } \text{SO}_3$$

**7** El gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se descompone dando gas hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y gas nitrógeno ( $\text{N}_2$ ):

- Escribe y ajusta la reacción.
- Calcula cuántos gramos de amoníaco se deben descomponer para obtener 7 g de nitrógeno.
- Calcula la masa de hidrógeno que se obtendrá en ese caso.



b) Empleamos la relación entre las masas que nos indica la reacción ajustada.

$$7 \text{ g de } \text{N}_2 \cdot \frac{2 \cdot (7 + 1 \cdot 3) \text{ g de } \text{NH}_3}{(7 \cdot 2) \text{ g de } \text{N}_2} = 10 \text{ g de } \text{NH}_3$$

c) De nuevo empleamos la relación entre las masas que nos indica la reacción ajustada.

$$7 \text{ g de } \text{N}_2 \cdot \frac{3 \cdot (1 \cdot 2) \text{ g de } \text{H}_2}{14 \text{ g de } \text{N}_2} = 3 \text{ g de } \text{H}_2$$

**8** Durante la fabricación del ácido sulfúrico el gas dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) se hace reaccionar con oxígeno ( $\text{O}_2$ ) para obtener trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), también gas.

- Escribe y ajusta la reacción que tiene lugar.
- ¿Qué volumen de  $\text{SO}_2$  y de  $\text{O}_2$  hace falta para obtener 20 L de  $\text{SO}_3$ , si todos los gases se encuentran en las mismas condiciones de presión y temperatura?



b) Usamos la relación entre volúmenes que nos indica la reacción ajustada. Para el  $\text{SO}_2$ .

$$20 \text{ L de } \text{SO}_3 \cdot \frac{2 \cdot 22,4 \text{ L de } \text{SO}_2}{2 \cdot 22,4 \text{ L de } \text{SO}_3} = 20 \text{ L de } \text{SO}_2$$

Para el  $\text{O}_2$ .

$$20 \text{ L de } \text{SO}_3 \cdot \frac{22,4 \text{ L de } \text{O}_2}{2 \cdot 22,4 \text{ L de } \text{SO}_3} = 10 \text{ L de } \text{O}_2$$

**9** El gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se descompone dando gas hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y gas nitrógeno ( $\text{N}_2$ ):

- Escribe y ajusta la reacción.
- En un recipiente se introducen 34 g de amoníaco a  $0^\circ \text{C}$  y 1 atm. ¿Qué volumen de  $\text{N}_2$  y  $\text{H}_2$  se obtendrá en esas mismas condiciones?

- a)  $2 \text{ NH}_3 \rightarrow 3 \text{ H}_2 + \text{ N}_2$   
 b) Usamos la relación entre volúmenes que indica la reacción química ajustada. Para el  $\text{N}_2$ :

$$34 \text{ g de NH}_3 \cdot \frac{22,4 \text{ L de N}_2}{2 \cdot (14 + 1 \cdot 3) \text{ g de NH}_3} = 22,4 \text{ L de N}_2$$

Se obtiene el triple de volumen de  $\text{H}_2$  que de  $\text{N}_2$ . Pero podemos calcularlo como antes. Para el  $\text{H}_2$ :

$$34 \text{ g de NH}_3 \cdot \frac{3 \cdot 22,4 \text{ L de H}_2}{2 \cdot (14 + 1 \cdot 3) \text{ g de NH}_3} = 67,2 \text{ L de H}_2$$

**10** Las centrales térmicas, donde se produce electricidad quemando combustibles, provocan lluvia ácida. Pero en ocasiones la lluvia ácida aparece en lugares donde no existe ninguna industria que realice combustiones. Se considera que la lluvia ácida que destruye los bosques de la península escandinava procede de Gran Bretaña. Consulta algún mapa de Europa y explica por qué puede suceder esto.

Esto sucede porque el viento puede transportar los gases contaminantes que emiten algunas centrales térmicas. De esta manera, los gases emitidos por las centrales de Gran Bretaña pueden ser transportados hasta la península escandinava. Y así, aunque ahí no existan industrias que emitan estos gases contaminantes, la lluvia ácida puede dañar los bosques.

**11** Algunos volcanes tienen erupciones periódicas en las que expulsan diversos materiales. Se ha encontrado lluvia ácida en un radio de entre 10 y 30 kilómetros alrededor de algunos volcanes de Centroamérica. Razona qué tipo de sustancias han debido emitir los volcanes.

Los volcanes han debido de emitir algunos compuestos capaces de formar ácidos en la atmósfera. Por ejemplo, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

**12** Los invernaderos permiten obtener productos de primavera y verano en pleno invierno. Explica su funcionamiento tomando como ejemplo el efecto invernadero de la atmósfera terrestre.

En el efecto invernadero el calentamiento se produce porque una parte de la radiación reflejada por la atmósfera vuelve hacia la Tierra. En un invernadero sucede algo parecido. La radiación solar que penetra en el invernadero llega hasta el suelo y, tras rebotar, vuelve hacia las paredes y el techo del invernadero. Pero en las paredes y el techo la radiación vuelve a reflejarse hacia el interior, por lo que una parte de la radiación no sale del invernadero y la temperatura en su interior aumenta.

**13** Analiza en tu cuaderno cuáles de las siguientes acciones contribuyen al efecto invernadero y cuáles son debidas a las actividades humanas.

La tabla queda así:

Acción	¿Incrementa el efecto invernadero?	¿Actividad humana?
Incendio provocado	Sí	Sí
Erupción volcánica	Sí	No
Respiración	Sí	Sí
Calefacción	Sí	Sí
Uso de vehículos	Sí	Sí
Tala de árboles	Sí	Sí

**14** Indica cuáles de las siguientes actividades provocan contaminación del aire:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| a) El vapor de la olla a presión. | d) Fumar un cigarrillo.                |
| b) Encender una cocina de butano. | e) Utilizar un desodorante de espráis. |
| c) Encender una cocina eléctrica. | f) Pasar la aspiradora.                |
- a) No, porque emite vapor de agua que no es tóxico.

- b) Sí, porque al quemar el butano se genera CO<sub>2</sub>.
- c) No, porque en el momento de su consumo la energía eléctrica no contamina. Aunque para generarla quizá sí se haya contaminado la atmósfera.
- d) Sí, porque se emiten diversas sustancias tóxicas en el humo.
- e) Sí, porque algunas sustancias de los espráis contaminan.
- f) No, porque en el momento de su consumo la energía eléctrica no contamina. Aunque para generarla quizá sí se haya contaminado la atmósfera.

**15** Con frecuencia se dice que es mucho menos contaminante utilizar el transporte público que el coche particular. Explica por qué puede ser.

Porque un autobús con 50 personas contamina bastante menos que 50 vehículos con una persona cada uno. Y lo mismo sucede con otros medios de transporte, como el tren o el metro.

**INTERPRETA LA IMAGEN** Página 117

- **El agua que acabas de obtener, ¿es agua depurada o potabilizada?**  
Es agua depurada. No es agua potabilizada porque no se ha visto sometido a todos los tratamientos físicos y químicos necesarios para ello.
- **¿Podrías beber el agua así obtenida? ¿Por qué?**  
No, porque no está potabilizada.

**16** Repasa el documento y contesta.

- a) ¿Qué planta utilizaba Hipócrates para bajar la fiebre de los enfermos? ¿Cómo la utilizaba?
  - b) ¿Podía asegurar Hipócrates cuánto medicamento administraba a sus pacientes? ¿Por qué?
  - c) ¿Cuántos años pasaron desde que Hipócrates utilizó su medicamento para bajar la fiebre hasta que se conoció la sustancia que tenía esa acción?
  - d) ¿Qué efectos secundarios provocaba el ácido salicílico?
  - e) ¿Qué derivado del ácido salicílico utilizamos para bajar la fiebre? Escribe su nombre científico y su nombre comercial.
  - f) ¿Qué otros efectos farmacológicos tiene la sustancia nombrada en el apartado anterior?
  - g) ¿Qué efectos clínicos tiene el paracetamol? ¿Cuáles son sus efectos secundarios?
  - h) ¿Qué otra sustancia se ha empezado a utilizar como alternativa a la aspirina y el paracetamol? ¿Es natural o sintética?
- 
- a) Utilizaba la corteza de sauce.
  - b) No, porque la cantidad de sustancia activa no es la misma para todas las plantas.
  - c) Pasaron muchos siglos: 24. Unos 2400 años.
  - d) Ardores y hemorragias estomacales.
  - e) La aspirina. Su nombre científico es el ácido salicílico.
  - f) Se usa también para tratar enfermedades de la piel, como verrugas o acné.
  - g) Es un analgésico y antipirético. Puede provocar alteraciones en el hígado.
  - h) El ibuprofeno. Es antiinflamatorio, además de analgésico y antipirético. Es una sustancia sintética.

**17** Busca información que te permita identificar cuáles de las siguientes son fibras naturales y cuáles se obtienen artificialmente gracias a la química.

- |             |            |               |
|-------------|------------|---------------|
| a) Algodón. | c) Cáñamo. | e) Poliéster. |
| b) Nailon.  | d) Seda.   | f) Rayón.     |

Son fibras naturales el algodón (se obtiene de una planta), el cáñamo (otra planta) y la seda (la fabrican gusanos).

Son fibras artificiales el nailon, el poliéster y el rayón.

**18** En el supermercado se venden muchos productos. Observa la siguiente lista y busca información que te permita señalar cuáles de ellos se podrían adquirir en un mercado del siglo xv y cuáles solo se pueden comprar en un supermercado actual.

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| a) Leche pasteurizada. | d) Sal.            |
| b) Queso.              | e) Bacalao salado. |
| c) Café soluble.       | f) Jamón de york.  |

En un supermercado del siglo xv: queso, sal, bacalao salado.

Solo en un supermercado actual: leche pasteurizada (la pasteurización se lleva a cabo desde 1864), café soluble (desde finales del siglo xix) o jamón de york (desde 1860).

### REPASA LO ESENCIAL

**19** Contesta en tu cuaderno. Según la teoría de las colisiones, para que se produzca una reacción:

- Solo es preciso que choquen entre sí las moléculas de los reactivos.
- Es suficiente con que las moléculas de los reactivos choquen con la orientación adecuada.
- Deben romperse los enlaces que unen a los átomos en los reactivos y formarse nuevos enlaces.
- Las moléculas de los reactivos deben estar a temperatura elevada.

La respuesta correcta es la c: deben romperse los enlaces que unen a los átomos en los reactivos y formarse nuevos enlaces.

**20** Contesta en tu cuaderno. En toda reacción química siempre se mantiene constante:

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| a) El número de moléculas. | c) La masa.    |
| b) El número de átomos.    | d) El volumen. |

Respuestas b y c.

**21** Escribe la ecuación correspondiente a la reacción: dos moléculas de agua líquida se descomponen para dar dos moléculas de gas hidrógeno y una molécula de gas oxígeno. Luego completa la tabla en tu cuaderno.

La ecuación es la siguiente:  $2 \text{H}_2\text{O} (l) \rightarrow 2 \text{H}_2 (g) + \text{O}_2 (g)$

La tabla queda así:

	Reactivo	Producto	Fórmula	Coefficiente estequiométrico	Estado físico
Hidrógeno		✓	H <sub>2</sub>	2	Gas
Oxígeno		✓	O <sub>2</sub>	1	Gas
Agua	✓		H <sub>2</sub> O	2	Líquido

**22** Copia en tu cuaderno el cuadro siguiente y complétalo. A partir de él escribe la ecuación química de la reacción, ajústala y exprésala mediante una frase.

La ecuación ajustada es la siguiente:  $\text{CH}_4 (g) + 2 \text{O}_2 (g) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (l) + \text{CO}_2 (g)$ .

1 molécula de metano reacciona con 2 moléculas de oxígeno gaseoso para dar 2 moléculas de agua líquida y 1 molécula de dióxido de carbono.

La tabla queda así:

	Reactivo	Producto	Nombre	Coefficiente estequiométrico	Estado físico
CH <sub>4</sub>	✓		Metano	1	Gas
H <sub>2</sub> O		✓	Agua	2	Líquido
CO <sub>2</sub>		✓	Dióxido de carbono	1	Gas
O <sub>2</sub>	✓		Oxígeno	2	Gas

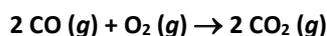
- 23 Completa la tabla en tu cuaderno para la siguiente ecuación química ajustada:  $2 \text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$ . Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.

La tabla queda así:

		Hidrógeno	Oxígeno	Agua
1	Moléculas	2	1	2
2	Átomos de O	0	2	2
3	Átomos de H	4	0	4
4	Masa	4 u	32 u	36 u

Como vemos en la tabla, se conserva el número de átomos de cada elemento y también la masa, pero no el número de moléculas.

- 24 El monóxido de carbono (CO) reacciona con el oxígeno para dar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La ecuación química ajustada es:



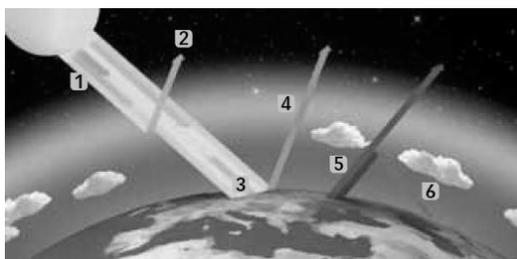
Razona cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones es cierta:

- Si reaccionan 2 moléculas de CO, se obtienen 2 moléculas de CO<sub>2</sub>.
  - Siempre que reaccionan 2 g de CO se obtienen 2 g de CO<sub>2</sub>.
- Verdadera, pues la relación entre coeficientes estequiométricos es también la relación entre las moléculas o equivalentes que reaccionan.
  - Falso. Los coeficientes no indican la masa de cada sustancia que interviene en la reacción.

- 25 Identifica las sustancias que faltan en las frases siguientes y relaciona luego en tu cuaderno cada una con el fenómeno al que se alude más abajo:

- Cuando se acumula **dióxido de carbono** en la atmósfera, la radiación que refleja la tierra vuelve de nuevo a su superficie. **Incremento del efecto invernadero.**
- Cuando se acumula **clorofluorocarbono** en la atmósfera, disminuye el componente que filtra la radiación solar ultravioleta. **Destrucción de la capa de ozono.**
- Cuando se acumulan **óxidos de azufre y nitrógeno** en la atmósfera, el agua de lluvia puede ser ácida. **Lluvia ácida.**

- 26 El esquema siguiente recoge los flujos de radiación del efecto invernadero.



- a) Indica en tu cuaderno a qué corresponde:
- Las radiaciones marcadas como 1, 3 y 6.
  - Las radiaciones marcadas como 2, 4 y 5.
- b) ¿Cuáles de estas radiaciones existen en el efecto invernadero natural?
- c) ¿Cuáles de estas radiaciones provocan un incremento del efecto invernadero?

- a) 1: radiación que llega a la parte externa de la atmósfera de la Tierra procedente del Sol. 3: Radiación que llega a la superficie de la Tierra. 6: Radiación infrarroja reflejada por la atmósfera que vuelve hacia la superficie terrestre.  
2: Radiación reflejada por la atmósfera terrestre hacia el espacio exterior. 4: Radiación reflejada por la superficie terrestre y que escapa de la Tierra. 5: Radiación infrarroja reflejada por la Tierra.
- b) Todas, pero la 6 aumenta si aumenta la cantidad de CO<sub>2</sub> y metano en la atmósfera.
- c) La radiación 6 es la que provoca un incremento del efecto invernadero, pues es la que aumenta si la concentración de gases de invernadero en la atmósfera aumenta.

27 ¿Todos los medicamentos son sintéticos? Razona la respuesta.

No, algunos medicamentos se obtienen directamente de la naturaleza.

28 Señala tres aspectos que indiquen la relación entre la química y la industria alimentaria.

La química es capaz de producir muchas sustancias empleadas en la industria alimentaria. Ejemplos: conservantes, antioxidantes, colorantes o acidulantes.

## PRACTICA

29 Indica en tu cuaderno detalles de las fotografías que te permitan justificar que se está produciendo una reacción química:

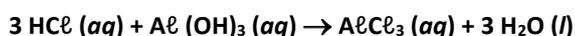


En la fotografía A se desprende luz y calor. En la fotografía B se observan pequeñas burbujas.

30 Si medimos la masa de un trozo de cinta de magnesio y después la hacemos arder, midiendo también la masa del óxido de magnesio obtenido, observamos que no son iguales. ¿Por qué? ¿No se cumple la ley de conservación de la materia? Pista: analiza la reacción teniendo en cuenta todas las sustancias que intervienen.

Las masas no son iguales porque no hemos recogido todos los productos de la reacción. Además del óxido de magnesio recogido, se producen otras sustancias que escapan mezclándose con el aire. Pero sí se cumple la ley de conservación de la materia. Si sumamos la masa de todos los productos, veremos que coincide con la masa de los reactivos.

31 Completa en tu cuaderno la tabla de esta reacción. Luego exprésala mediante una frase:





- a) Primero hay que comprobar si la reacción está ajustada. En este caso, la reacción que nos dan está ya ajustada. Usamos la relación entre las sustancias que nos indica la reacción.

$$6000 \text{ g de C} \cdot \frac{16 \cdot 2 \text{ g de O}_2}{12 \text{ g de C}} = 16000 \text{ g de O}_2$$

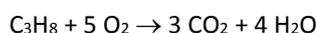
- b) Para calcular la masa de CO<sub>2</sub> procedemos análogamente.

$$6000 \text{ g de C} \cdot \frac{(12 + 16 \cdot 2) \text{ g de CO}_2}{12 \text{ g de C}} = 22000 \text{ g de CO}_2$$

**35** Uno de los combustibles más utilizados es el gas propano, de fórmula C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. Se quema cuando reacciona con el oxígeno del aire (O<sub>2</sub>) dando dióxido de carbono y agua.

- a) Escribe y ajusta la reacción.  
 b) ¿Qué cantidad de sustancia en gramos de gas propano se habrá quemado si se obtienen 2 kg de dióxido de carbono?  
 c) ¿Qué masa de oxígeno en gramos habrá que utilizar para obtener 2 kg de dióxido de carbono?

- a) La reacción ajustada es:



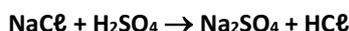
- b) Usamos la relación entre las sustancias que nos indica la reacción.

$$2000 \text{ g de CO}_2 \cdot \frac{(12 \cdot 3 + 1 \cdot 8) \text{ g de C}_3\text{H}_8}{(12 + 16 \cdot 2) \text{ g de CO}_2} = 2000 \text{ g de C}_3\text{H}_8$$

- c) Usamos la relación entre las sustancias que nos indica la reacción.

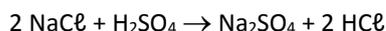
$$2000 \text{ g de CO}_2 \cdot \frac{16 \cdot 2 \text{ g de O}_2}{(12 + 16 \cdot 2) \text{ g de CO}_2} = 1454,5 \text{ g de O}_2$$

**36** El ácido clorhídrico (HCl) se obtiene haciendo reaccionar el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) con el cloruro de sodio (NaCl), por medio de la reacción (sin ajustar):



- a) Ajusta la reacción y exprésala con una frase.  
 b) ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio hacen falta para obtener 1 kg de ácido clorhídrico?  
 c) ¿Cuántos gramos de ácido sulfúrico reaccionarán en ese caso?

- a) Reacción ajustada:



2 equivalentes a molécula de NaCl reaccionan con 1 equivalente a molécula de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para dar un equivalente a molécula de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y dos equivalentes a molécula de HCl.

- b) De nuevo, como en casos anteriores, usamos la relación entre las cantidades de cada sustancia que interviene en la reacción.

$$1000 \text{ g de HCl} \cdot \frac{2 \cdot (23 + 35,5) \text{ g de NaCl}}{2 \cdot (1 + 35,5) \text{ g de HCl}} = 1603 \text{ g de NaCl}$$

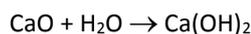
- c) Operando análogamente.

$$1000 \text{ g de HCl} \cdot \frac{(1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4) \text{ g de H}_2\text{SO}_4}{2 \cdot (1 + 35,5) \text{ g de HCl}} = 1342,5 \text{ g de H}_2\text{SO}_4$$

**37** Cuando se echa agua a la cal viva, CaO, se forma cal apagada, Ca(OH)<sub>2</sub>.

- a) Escribe la ecuación química ajustada de la reacción y exprésala con una frase.  
 b) Calcula la masa de cal apagada que se formará si tenemos 10 kg de cal viva.  
 c) Calcula la cantidad de agua que necesitamos para apagar la cal viva que tenemos.

a) Reacción ajustada:



1 equivalente a molécula de CaO reacciona con 1 molécula de H<sub>2</sub>O para dar un equivalente a molécula de Ca(OH)<sub>2</sub>.

b) Usamos la relación entre las cantidades de cada sustancia que interviene en la reacción.

$$10000 \text{ g de CaO} \cdot \frac{[40 + (16 + 1) \cdot 2] \text{ g de Ca(OH)}_2}{(40 + 16) \text{ g de CaO}} = 13\,214 \text{ g de Ca(OH)}_2$$

c) La cantidad de agua necesaria es:

$$10000 \text{ g de CaO} \cdot \frac{(1 \cdot 2 + 16) \text{ g de H}_2\text{O}}{(40 + 16) \text{ g de CaO}} = 3214 \text{ g de H}_2\text{O}$$

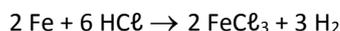
**38** El hierro es un metal que reacciona con el ácido clorhídrico (HCl) para formar tricloruro de hierro (FeCl<sub>3</sub>) y gas hidrógeno.

a) Escribe y ajusta la reacción.

b) ¿Cuántos gramos de tricloruro de hierro se formarán si tenemos un trozo de hierro de 15 g?

c) ¿Cuántos gramos de gas hidrógeno se desprenden en esa reacción?

a) Reacción ajustada:



b) Usamos la relación entre las cantidades de cada sustancia que interviene en la reacción.

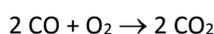
$$15 \text{ g de Fe} \cdot \frac{2 \cdot (56 + 35,5 \cdot 3) \text{ g de FeCl}_3}{2 \cdot 56 \text{ g de Fe}} = 43,5 \text{ g de FeCl}_3$$

c) La cantidad de agua necesaria es:

$$15 \text{ g de Fe} \cdot \frac{3 \cdot (1 \cdot 2) \text{ g de H}_2}{2 \cdot 56 \text{ g de Fe}} = 0,8 \text{ g de H}_2$$

**39** El monóxido de carbono, CO, reacciona con oxígeno para formar dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>. Si se hacen reaccionar 84 g de CO, ¿cuántos litros de dióxido se obtendrán, medidos a 0 °C y 1 atm de presión?

Primero escribimos la ecuación química ajustada:

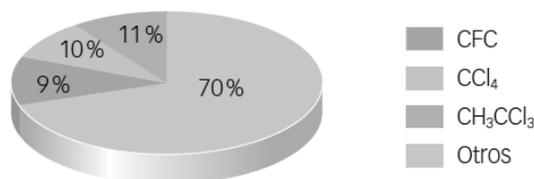


Ahora no nos piden la masa obtenida, sino el volumen. Usamos la relación entre las cantidades de cada sustancia que interviene en la reacción, teniendo en cuenta que la masa molecular de una sustancia equivale, en volumen, a 22,4 L (medidos a 0 °C y 1 atm).

$$84 \text{ g de CO} \cdot \frac{2 \cdot 22,4 \text{ L de CO}_2}{2 \cdot (12 + 16) \text{ g de CO}} = 67,2 \text{ L de CO}_2$$

**40** El gráfico siguiente muestra el porcentaje de participación estimado de diferentes compuestos en la destrucción de la capa de ozono. Clave:

- CFC: clorofluorocarbono.
- CCl<sub>4</sub>: tetracloruro de carbono.
- CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>: tricloruro de etilo.



a) ¿Cuál es la sustancia que más contribuye a la destrucción de la capa de ozono?

b) Investiga: ¿para qué se utiliza esta sustancia?

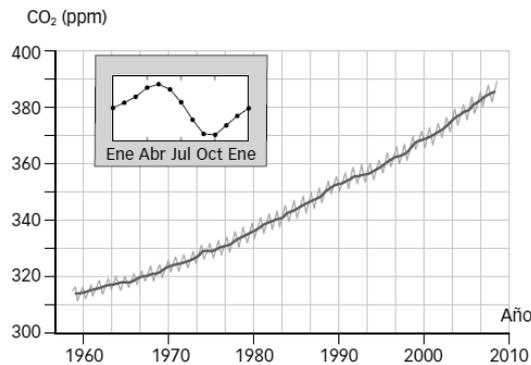
c) ¿Qué medidas se pueden tomar para reducir la presencia de esta sustancia en la atmósfera?

a) El tricloruro de etilo, CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>.

b) Se usa como disolvente en la industria.

c) Las medidas a tomar pueden ser desde prohibir su uso en productos químicos hasta subvencionar otros productos alternativos.

El gráfico siguiente muestra las variaciones que ha experimentado la concentración del CO<sub>2</sub> en la atmósfera próxima al volcán Mauna Loa.



Razona cuál de las siguientes afirmaciones es cierta.

- a) En 1960 casi no existía CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- b) El CO<sub>2</sub> aumenta en primavera y disminuye en verano.
- c) El aumento del CO en la atmósfera ha sido mayor en la década de 2000 a 2010 que de 1960 a 1970.

- a) Falso. Hay que tener en cuenta que la escala no comienza en cero.
- b) Verdadero. El mínimo se alcanza a comienzos de otoño en el hemisferio norte.
- c) Verdadero. El ritmo al que aumenta la concentración de CO<sub>2</sub> se está incrementando.

42 Indica las diferencias entre fertilizantes, plaguicidas y herbicidas.

Los **fertilizantes** aportan al terreno los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

Los **pesticidas** o **plaguicidas** se emplean para repeler o evitar las plagas de insectos, microbios y otros seres que impiden el normal desarrollo de las plantas.

Los **herbicidas** matan las malas hierbas que crecen con los cultivos.

43 Busca información sobre los plásticos conductores de la electricidad y los biodegradables. Señala dos utilidades específicas de cada uno de ellos.

Respuesta libre. Los plásticos conductores pueden emplearse en pantallas o en paneles solares.

Los plásticos biodegradables pueden emplearse en embalajes, en aplicaciones médicas, en agricultura y en otros sectores. Cada vez son más usados.

44 Busca información y di cuándo se descubrió el kevlar.

- a) ¿Cuál es su principal ventaja frente a otros materiales?
- b) Señala dos aplicaciones del kevlar.

El kevlar se descubrió en 1965 por la química Stephanie Kwolek (1923-2014).

- a) Es un material muy resistente y ligero.
- b) Respuesta modelo: chalecos antibalas, neumáticos o velas empleadas por embarcaciones.

45 Analiza con el resto de la clase los daños medioambientales que pueden provocar en tu ciudad las siguientes actividades:

- a) El transporte.
- b) Las calefacciones.
- c) Las industrias.
- d) Las aguas residuales.

Señala tres acciones que puedes llevar a cabo directamente para reducir los daños medioambientales de las actividades antes señaladas.

Respuesta libre. Valorar qué alternativas proponen los alumnos y alumnas para minimizar los daños medioambientales de las actividades mencionadas. Se puede pedir que elaboren una presentación multimedia y que se trabaje en grupo, de manera que cada grupo se dedique a elaborar un informe completo sobre una de las actividades.

Repasa la información del texto e indica para qué se pueden utilizar los siguientes fármacos:

- |              |                     |                |
|--------------|---------------------|----------------|
| a) Aspirina. | c) Penicilina.      | e) Cortisona.  |
| b) Yodo.     | d) Alcohol etílico. | f) Mercromina. |
- a) Como analgésico y antipirético, para combatir la fiebre.  
 b) Como desinfectante.  
 c) Es un antibiótico, para combatir algunas infecciones.  
 d) Como anestésico.  
 e) Como antiinflamatorio.  
 f) Como desinfectante.

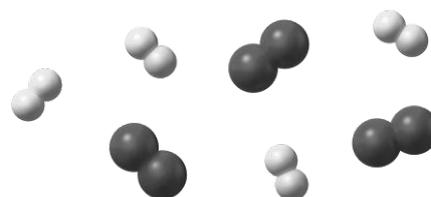
47 Señala qué efectos produce en un organismo humano:

- a) Un antiácido.  
 b) Un antibiótico.  
 c) Un antiséptico.
- a) Combate la acidez presente en el estómago.  
 b) Combate las infecciones.  
 c) Desinfecta y protege el organismo frente a posibles infecciones.

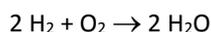
#### AMPLÍA

48 En un recipiente tenemos las moléculas de hidrógeno y oxígeno que se indican.

- a) Razona y determina cuál es la máxima cantidad de agua que se puede obtener.  
 b) Repite el ejercicio suponiendo que lo que se obtiene es agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

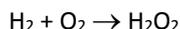


- a) Dos moléculas de hidrógeno reaccionan con una de oxígeno para formar dos moléculas de agua.



Por tanto, se pueden formar dos moléculas de agua.

- b) Si se obtiene agua oxigenada:



En este caso, cada molécula de hidrógeno reacciona con una de oxígeno. Por tanto, se podrán formar tres moléculas de agua oxigenada.

49 El gas hidrógeno reacciona con el gas oxígeno para dar agua. En un recipiente se introducen 10 g de gas hidrógeno y 10 g de gas oxígeno. Determina:

- a) La máxima cantidad de agua que se puede obtener.  
 b) ¿Cuál es el reactivo sobrante? ¿En qué cantidad?  
 c) ¿Qué cantidad del reactivo que está escaso tendríamos que añadir para que no sobrase nada del otro reactivo?  
 d) ¿Qué cantidad de agua se habría formado en el caso de que las cantidades de hidrógeno y oxígeno fuesen las que obtuviste en el apartado c)?

Primero escribimos la ecuación química ajustada:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ .

Hay que recordar que esta relación NO es entre masas, sino entre volúmenes, en el caso de sustancias gaseosas, o entre moléculas.

- a) Veamos qué cantidad de oxígeno reacciona con 10 g de hidrógeno.

$$10 \text{ g de H}_2 \cdot \frac{16 \cdot 2 \text{ g de O}_2}{2 \cdot 2 \text{ g de H}_2} = 80 \text{ g de O}_2$$

Como vemos, se necesitarían 80 g de O<sub>2</sub>, pero solo disponemos de 10 g.

Para calcular la máxima cantidad de agua que se puede obtener usamos este dato.

$$10 \text{ g de O}_2 \cdot \frac{2 \cdot (1 \cdot 2 + 16) \text{ g de H}_2\text{O}}{16 \cdot 2 \text{ g de O}_2} = 11,25 \text{ g de H}_2\text{O}$$

- b) El reactivo sobrante es el hidrógeno. Reaccionan 11,25 g – 10 g = 1,25 g de H<sub>2</sub>.  
Por tanto, sobran 10 g – 1,25 g = 8,75 g de H<sub>2</sub>.
- c) Para que no sobrase nada de H<sub>2</sub> deberíamos añadir oxígeno. Como hemos visto, 10 g de H<sub>2</sub> reaccionarían con 80 g de O<sub>2</sub>. Por tanto, habría que añadir 80 g – 10 g = 70 g de O<sub>2</sub>.
- d) Si reaccionan 10 g de H<sub>2</sub> con 80 g de O<sub>2</sub>, por la ley de conservación de la masa podemos calcular qué cantidad de agua se formaría: 10 g + 80 g = 90 g de H<sub>2</sub>O.

**50** Cuando se queman combustibles que tienen algún compuesto de azufre se produce dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), un gas irritante que puede provocar lluvia ácida. En el análisis del aire de una ciudad se ha encontrado una concentración de SO<sub>2</sub> de 14 mg/m<sup>3</sup>. ¿Qué cantidad de SO<sub>2</sub> habrá en 1 L de aire?

Empleamos el factor de conversión adecuado.

$$\frac{14 \text{ mg de SO}_2}{1 \text{ m}^3 \text{ de aire}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ de aire}}{1000 \text{ L de aire}} = 0,014 \text{ mg de SO}_2/\text{L de aire}$$

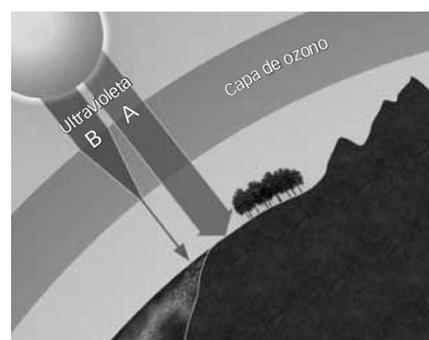
#### COMPETENCIA CIENTÍFICA

**51** Observa las ilustraciones de arriba y contesta.

- a) ¿Cuántos átomos de cloro son necesarios para destruir una molécula de ozono?
- b) ¿De dónde salen estos átomos de cloro? ¿Están presentes de manera natural en la atmósfera?
- c) ¿Qué sustancias nuevas se forman al final de la reacción química?
- d) ¿Son contaminantes estas sustancias?
- a) Hace falta uno, pero luego vuelve a recuperarse después de haberse destruido la molécula de ozono y puede intervenir y destruir nuevas moléculas de ozono.
- b) Salen de diversas sustancias emitidas por la industria, espráis o aparatos de aire acondicionado. No están presentes de forma natural en la atmósfera.
- c) Al final se forman O<sub>2</sub>. Y átomos de Cl.
- d) O<sub>2</sub> y O no son contaminantes. Pero el átomo de Cl que vuelve a aparecer sí es contaminante y puede destruir nuevas moléculas de ozono.

**52** Observa cómo actúa el ozono frente a las diversas radiaciones ultravioletas que llegan procedentes del Sol.

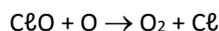
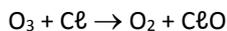
- a) ¿Protege el ozono de toda la radiación ultravioleta que llega?
- b) INTERPRETA LA IMAGEN. Explica el gráfico con palabras.
- c) ¿Cómo afecta entonces la eliminación de ozono a la vida en la Tierra?
- a) No, una parte de la radiación atraviesa la atmósfera.
- b) Una parte de la radiación que llega a la Tierra procedente del Sol es retenida en la atmósfera gracias a la capa de ozono. Pero otra parte de la radiación llega hasta la superficie terrestre.
- c) Si se elimina el ozono de la atmósfera, habrá menos radiación ultravioleta retenida en la atmósfera y una cantidad mayor llegará hasta la superficie. Esta radiación ultravioleta causa daños en la vista de muchas personas y animales.



**53** Escribe la reacción global que tiene lugar como resumen de todo el proceso descrito en la ilustración.

- a) ¿Cuáles son los reactivos?
- b) ¿Cuáles son los productos?

La reacción que tiene lugar es:



En total:  $O_3 + Cl + O \rightarrow O_2 + O_2 + Cl$

- a) Los reactivos son el ozono, el cloro y el oxígeno atómico.
- b) Los productos son oxígeno molecular y cloro.

**54** ¿Por qué podemos afirmar que una sola molécula de CFC puede destruir muchas moléculas de ozono?

Porque tras destruir la molécula de ozono, la molécula de cloro se recupera y vuelve a reaccionar con otras moléculas de ozono.

**55** ¿Cuál es el peligro de este hecho para la integridad de la capa de ozono? ¿Se destruye el cloro contaminante una vez destruida la molécula de ozono?

El hecho de que el cloro no se destruye es muy importante, porque un solo átomo de cloro puede destruir muchas moléculas de ozono. Así, un pequeño aumento en la concentración de átomos de cloro en la atmósfera puede destruir muchas moléculas de ozono.

**56** En la imagen se muestran con tonos azules las regiones donde el espesor de la capa de ozono es menor. ¿Qué soluciones se te ocurren para evitar la destrucción de la capa de ozono?

Las soluciones deben centrarse en limitar la cantidad de compuestos clorados que se emiten a la atmósfera. Es decir, hay que sustituir los compuestos que dañan la capa de ozono por otras alternativas. De hecho, la prohibición de estos compuestos ha hecho que la capa de ozono se vaya recuperando poco a poco, aunque aún deberán pasar algunas décadas antes de que alcance el nivel que tenía hace 50 o 60 años.



**57** **COMPRENSIÓN LECTORA.** ¿Cuál es la idea principal del texto?

La destrucción de la capa de ozono se está deteniendo.

**58** El siguiente gráfico muestra el consumo mundial de algunas sustancias destructoras del ozono atmosférico.

- a) ¿Qué tendencia se observa?
- b) Explica las unidades empleadas en el eje vertical. ¿A qué hacen referencia?
- c) ¿Te parece que la química ha ayudado a proteger el medio ambiente? Explica tu respuesta.
- d) Aunque la utilización de agentes destructores del ozono se ha reducido, la capa de ozono tardará tiempo en recuperarse. Explica esto teniendo en cuenta la reacción química que destruye el ozono estudiada en la página anterior.

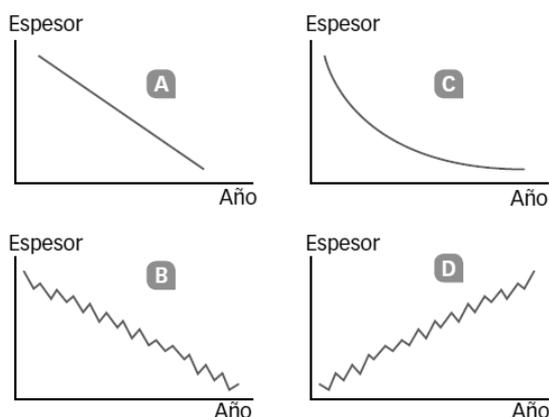


- a) La cantidad de ozono destruido ha ido disminuyendo en los últimos años, sobre todo en los años 1990-1995, que fue cuando comenzaron a prohibirse ciertas sustancias cloradas.

- b) Hace referencia a la cantidad de ozono destruida.
- c) Sí. En este caso, el estudio de la reacción química que provoca la destrucción del ozono ha sido clave para poder recuperar la capa de ozono del planeta.
- d) Como un solo átomo de cloro puede destruir muchas moléculas de ozono, aunque dejen de emitirse a la atmósfera compuestos clorados, ciertos átomos de cloro persisten en la atmósfera durante mucho tiempo. Por eso la recuperación del ozono no es inmediata.

**59 Sabemos que la cantidad de ozono presente en la atmósfera sufre una variación estacional.**

- a) Explica qué quiere decir esto.
- b) ¿Si medimos el espesor de la capa de ozono en marzo y vemos que es mayor que en octubre del año anterior, podemos afirmar que la capa de ozono se está recuperando?
- c) Entonces, ¿qué gráfica mostrará mejor cómo varía el espesor de la capa de ozono a lo largo de una década?



- a) Quiere decir que a lo largo del año la cantidad de ozono aumenta y disminuye de manera natural.
- b) No, para poder comparar es necesario tener datos de varios años consecutivos en la misma época del año.
- c) La gráfica B en caso de que la cantidad de ozono disminuya y la D en el caso de que la capa de ozono se esté recuperando.

**60 TOMA LA INICIATIVA. ¿Cómo conseguiremos atajar el problema de la destrucción de la capa de ozono?**

Pues respetando las soluciones que se han adoptado y manteniéndolas durante muchos años. Limitando la cantidad de compuestos con cloro que se emiten a la atmósfera y empleando sustancias alternativas que no destruyan las moléculas de ozono.

## INVESTIGA

**61 Observa el aspecto y color de la cinta de magnesio inicial.**

Inicialmente tiene un color grisáceo brillante.

**62 Observa el aspecto y color de la sustancia que queda en el vidrio de reloj después de la combustión. ¿Podrías manejarlo con la pinza, como se hacía con el magnesio cogido de la cinta?**

No, porque son restos en forma de ceniza.

**63 Interpreta la experiencia.**

- a) En esta experiencia hay signos claros de que se ha producido una reacción química. Indica alguno de ellos.
- b) Escribe la ecuación química ajustada del proceso.
- c) Razona si la masa del producto obtenido es o no mayor que la masa de la sustancia que ha reaccionado.

- a) Aparece una llama, se aprecia humo...
- b) Reacción ajustada:  $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$
- c) La masa del producto obtenido es menor que la masa de la sustancia porque hay productos que no se han recogido. Por ejemplo, los gases que escapan.

**64** Comprueba el olor que se desprende al abrir la botella de HCl comercial y de NH<sub>3</sub> comercial.

Estas sustancias emiten olores muy intensos y característicos.

**65** Observa si se percibe algún humo cuando se abre la botella de NH<sub>3</sub> o la botella de HCl, por separado.

Respuesta en función de la experiencia.

**66** Observa el aspecto y color del humo que se forma dentro del tubo. ¿Dónde se forma? ¿Se acaba depositando algún sólido? ¿De qué color?

Respuesta en función de la experiencia.

**67** Interpreta la experiencia.

- a) En esta experiencia hay signos claros de que se ha producido una reacción química. Indica alguno de ellos.
  - b) Escribe la ecuación química ajustada del proceso.
  - c) Explica en qué estado físico se encuentran las sustancias que reaccionan y en qué estado físico está lo que se obtiene.
- a) Formación de humo.
  - b) Ecuación química ajustada:  $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
  - c) Las sustancias que reaccionan se encuentran disueltas en agua. La que se obtiene está en estado gaseoso.