

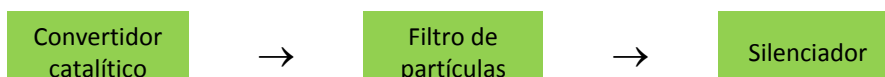
# Ejemplos de reacciones químicas

## 6

### INTERPRETA LA IMAGEN

- **Elabora un esquema con los elementos que incluye un vehículo de gasóleo para reducir en la medida de lo posible la contaminación atmosférica.**

Un vehículo de gasóleo dispone de varios elementos:



- **Explica en pocas palabras para qué se incluye en el tubo de escape de los vehículos un convertidor catalítico o catalizador.**

Para convertir algunos de los gases contaminantes producidos por el motor durante la combustión en otros gases menos contaminantes.

### CLAVES PARA EMPEZAR

- **¿Qué productos químicos son responsables del incremento del efecto invernadero? ¿Y de la lluvia ácida?**

Fundamentalmente, el dióxido de carbono, aunque otros gases, como el metano, también contribuyen al incremento del efecto invernadero.

En el caso de la lluvia ácida contribuyen especialmente los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno.

- **¿Cuáles son los productos obtenidos en muchas reacciones de combustión?**

Generalmente, dióxido de carbono y agua.

### ACTIVIDADES

- 1 **Completa en tu cuaderno la tabla siguiente.**

La tabla quedaría así:

Fórmula	Nombre IUPAC	Nombre común
HI	Yoduro de hidrógeno	Ácido yodhídrico
HBr	Bromuro de hidrógeno	<b>Ácido bromhídrico</b>
H <sub>2</sub> Se	Seleniuro de hidrógeno	Ácido selenhídrico
H <sub>2</sub> Te	<b>Telururo de hidrógeno</b>	Ácido telurhídrico
HF	Fluoruro de hidrógeno	Ácido flúorhídrico

- 2 **Completa en tu cuaderno la tabla siguiente.**

La tabla quedaría así:

Fórmula	Nombre IUPAC	Nombre común
HCℓO <sub>3</sub>	Hidrogeno(trioxidoclorato)	Ácido cloroso
HNO <sub>2</sub>	<b>Hidrogeno(dioxidonitrato)</b>	Ácido nitroso
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Dihidrogeno(trioxidosulfato)	Ácido sulfuroso
H <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	Dihidrogeno(dioxidocarbonato)	<b>Ácido carbonoso</b>
HNO	Hidrogeno(oxidonitrato)	Ácido hiponitroso

**3** Completa en tu cuaderno la tabla siguiente.

La tabla quedaría así:

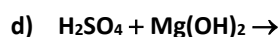
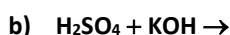
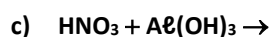
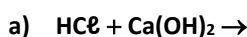
Fórmula	Nombre estequiométrico	Nombre Stock
<b>CuOH</b>	Hidróxido de cobre	Hidróxido de cobre(I)
Pt(OH) <sub>4</sub>	<b>Tetrahidróxido de platino</b>	Hidróxido de platino(IV)
<b>Ba(OH)<sub>2</sub></b>	Dihidróxido de bario	Hidróxido de bario(II)
Zn(OH) <sub>2</sub>	Dihidróxido de cinc	<b>Hidróxido de cinc</b>

**4** Completa en tu cuaderno la tabla siguiente.

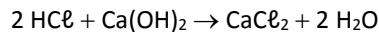
La tabla quedaría así:

Fórmula	Nombre estequiométrico	Nombre Stock
<b>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub></b>	Trioxidonitrato de amonio	Nitrato de amonio
LiClO <sub>4</sub>	<b>Tetraoxidoclorato de litio</b>	Clorato de litio
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>	Hidrogenotrioxidocarbonato de sodio	Hidrogenocarbonato de sodio
Rb <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Tetraoxidosulfato de rubidio	<b>Sulfato de rubidio</b>

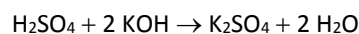
**5** Completa en tu cuaderno las siguientes reacciones ácido-base:



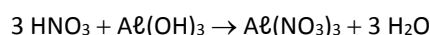
a) La reacción completa es:



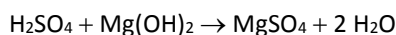
b) La reacción completa es:



c) La reacción completa es:



d) La reacción completa es:



**6** Para valorar una disolución de HCl con una disolución de NaOH 0,5 M y fenolftaleína, determina:

a) Dónde colocas el ácido y dónde colocas la base.

b) De qué disolución mides 20 mL.

c) Qué cambio de color se observa en el momento en que se produce la neutralización.

d) Qué ocurre con el indicador si te olvidas de cerrar la bureta en el punto de neutralización.

e) Qué marca el pH-metro durante el viraje del indicador.

a) El ácido en la bureta, y la base en el Erlenmeyer.

b) De la del ácido.

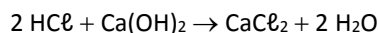
c) Se produce un viraje del indicador de color fucsia a transparente.

d) Si no cerramos la bureta en el punto de neutralización, la disolución pasará a ser ácida, y el indicador pasa a tener un color anaranjado.

e) Durante el viraje marca pH = 7, puesto que en ese punto se produce la neutralización y la disolución no es ni básica ni ácida.

- 7** Determina la concentración molar de una disolución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  si para neutralizar 15 mL de la misma han sido necesarios 28 mL de  $\text{HCl}$  0,75 M.

La reacción de neutralización es:



A partir de los datos del ácido podemos conocer el número de moles de ácido.

$$M = \frac{n_{\text{ácido}}}{V_{\text{dis.}}} \rightarrow n_{\text{ácido}} = M \cdot V_{\text{dis.}} = 0,75 \text{ M} \cdot 0,028 \text{ L} = 0,021 \text{ mol de HCl}$$

En la reacción ajustada vemos que un mol de ácido reacciona con dos moles de la base. Por tanto:

$$0,021 \text{ mol de HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol de Ca}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol de HCl}} = 0,0105 \text{ mol de Ca}(\text{OH})_2$$

Por tanto, la concentración molar para la base valdrá:

$$M = \frac{n_{\text{base}}}{V_{\text{dis.}}} = \frac{0,0105 \text{ mol}}{0,015 \text{ L}} = 0,7 \text{ M}$$

- 8** En las farmacias venden un remedio eficaz contra las picaduras de insectos. Su olor nos indica que contiene amoníaco. Razona si las picaduras de los insectos son ácidas o básicas.

El amoníaco es una base. Por tanto, si sirve para neutralizar las picaduras de los insectos, es porque las picaduras contienen sustancias que son ácidos.

- 9** Algunos productos de limpieza llevan la recomendación de que no se mezclen con otros productos, pues se pueden producir quemaduras y se pierde eficacia. Teniendo presente lo que hemos dicho de las reacciones de neutralización:

a) ¿Podrías explicar el porqué de estos problemas?

b) Busca entre los productos que hay en tu casa uno que sea ácido y otro básico.

a) Porque pueden reaccionar con ácidos. En ese caso la reacción puede producir energía y el ácido neutraliza a la base del producto de limpieza, que pierde así la sustancia que le permite ejercer su labor y por eso decimos que pierde eficacia.

b) Respuesta personal. Ácidos: zumo de limón, vinagre, café. Base: amoníaco.

- 10** Habrás oído decir que los zumos (pH = 4) y el café (pH = 5) son irritantes para el estómago. Explica a qué se debe su efecto irritante y qué podemos hacer para corregirlo.



Su efecto irritante se debe a que son sustancias ácidas, y entonces el ácido ingerido se añade al ácido presente en el estómago.

Para corregirlo la mejor solución es no abusar de estos productos, pero una vez ingeridos podemos tomar algún producto antiácido que neutralice estos ácidos.

- 11** **USA LAS TIC.** Localiza en un mapa dónde se encuentran las principales industrias químicas de España que fabrican ácidos y/o bases. Céntrate en una de estas localizaciones y busca información acerca de toda la actividad química: productos que fabrican y su aplicación. Prepara con ello una presentación multimedia.

Respuesta práctica. Recordar a los alumnos que en las presentaciones multimedia debe primar la información visual frente a la textual.

12

Imagina una industria química que fabrique una sustancia de la tabla de arriba y responde:

- a) ¿Qué sustancia fabrica?
- b) Si le lavan los depósitos que almacenan esa sustancia, ¿cómo será el pH del agua residual?
- c) ¿Se podría verter al mar? ¿Por qué?
- a) Respuesta modelo. Supongamos que fabrica amoníaco, por ejemplo.
- b) El amoníaco es una base. Por tanto, si se lavan los depósitos que almacenan esa sustancia, el pH será básico, es decir, mayor que 7.
- c) No sería aconsejable verterlo al mar, puesto que los seres vivos se resienten cuando se altera el equilibrio del pH del agua en que viven. Muchos de ellos no toleran un espectro de valores de pH demasiado amplio sin enfermar o incluso morir.

13

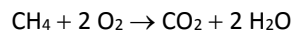
En la combustión de metano ( $\text{CH}_4$ ) se liberan 890 kJ/mol. Si se queman 10 kg de metano, calcula:

- a) La cantidad de energía que se produce.
- b) La masa de  $\text{CO}_2$  que se libera a la atmósfera.

El gas natural está formado por metano en su mayor parte ( $\approx 95\%$ ). Compara estos resultados con los del ejemplo resuelto 1 y razona:

- c) Qué compuesto es más eficiente energéticamente, el butano o el gas natural.
- d) Si provoca mayor contaminación atmosférica el butano o el gas natural.

- a) Primero escribimos la ecuación correspondiente a la reacción de combustión del metano y la ajustamos:



Para llevar a cabo las relaciones entre moles es necesario conocer la masa molecular del metano. A partir de los datos que aparecen en el sistema periódico:

$$M(\text{CH}_4) = M(\text{C}) + M(\text{H}) \cdot 4 = 12 + 1 \cdot 4 = 16 \text{ g/mol}$$

Como conocemos la energía desprendida al quemar un mol de metano:

$$10000 \text{ g de } \text{CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{CH}_4}{16 \text{ g de } \text{CH}_4} \cdot \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de } \text{CH}_4} = 556250 \text{ kJ}$$

- b) Calculamos la masa molecular del oxígeno a partir de los datos que aparecen en el sistema periódico:

$$M(\text{O}_2) = M(\text{O}) \cdot 2 = 16 \cdot 2 = 32 \text{ g/mol}$$

Entonces:

$$10000 \text{ g de } \text{CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{CH}_4}{16 \text{ g de } \text{CH}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol de } \text{O}_2}{1 \text{ mol de } \text{CH}_4} \cdot \frac{32 \text{ g de } \text{O}_2}{1 \text{ mol de } \text{O}_2} = 40000 \text{ g de } \text{O}_2$$

- c) Calculamos la energía generada al quemar un kilogramo de gas natural. Como en el gas natural hay un 95 % de metano, habrá que multiplicar el valor obtenido por 0,95.

$$\frac{556250 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} \cdot 0,95 = 52843,75 \text{ kJ/kg de gas natural}$$

Para el butano, con los datos del ejemplo:

$$\frac{495530 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} = 49553 \text{ kJ/kg de butano}$$

Es decir, el gas natural es más eficiente energéticamente.

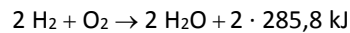
- d) Provoca mayor contaminación el compuesto que emita más dióxido de carbono a la atmósfera. Como el butano es menos eficiente, se necesita quemar más cantidad de butano para producir la misma energía que con el gas natural, por lo que el butano contaminará más.

14

Aunque no es un combustible de uso común, el gas hidrógeno también reacciona con el oxígeno desprendiendo 285,8 kJ por cada mol de H<sub>2</sub>.

- Escribe la ecuación química ajustada de la reacción de combustión.
- Calcula la energía que se produce cuando se queman 10 kg de gas hidrógeno.
- Compara el resultado con el ejercicio resuelto 1 y discute si es un combustible más o menos eficiente que el butano.
- Se dice que el hidrógeno es un combustible no contaminante. Explica por qué.

a) La reacción ajustada es:



b) Calculamos primero la masa molecular del hidrógeno a partir de los datos que aparecen en el sistema periódico:

$$M(\text{H}_2) = M(\text{H}) \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ g/mol}$$

Entonces:

$$10000 \text{ g de H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol de H}_2}{2 \text{ g de H}_2} \cdot \frac{285,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de H}_2} = 1,429 \cdot 10^6 \text{ kJ}$$

c) Para comparar comprobamos cuánta energía genera cada kilogramo:

$$10000 \text{ g de H}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol de H}_2}{2 \text{ g de H}_2} \cdot \frac{285,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de H}_2} = \frac{1,429 \cdot 10^6 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} = 142900 \text{ kJ/kg de H}_2$$

Es decir, es más eficiente que el butano.

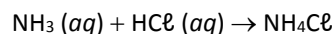
d) Porque en su combustión no se genera dióxido de carbono, sino que solamente se forma agua, una sustancia no contaminante.

### INTERPRETA LA IMAGEN Página 124

Observa las imágenes del *Saber hacer* y responde:

- ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos? Escribe la reacción ajustada.

Los reactivos son el amoníaco, NH<sub>3</sub>, y el ácido clorhídrico, HCl. La reacción ajustada es:



- ¿Qué es la sustancia blanca que aparece?

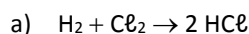
Nitrato de amonio.

- Justifica por qué este es un ejemplo de reacción de síntesis.

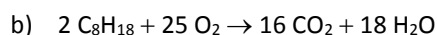
Porque se forma una sustancia nueva a partir de átomos presentes en dos reactivos.

15

Ajusta las siguientes reacciones químicas y clasifícalas como ácido-base, combustión o síntesis. Ten en cuenta que alguna reacción puede ser de más de un tipo:



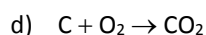
Reacción de síntesis. Se forma un compuesto a partir de los átomos presentes en dos reactivos.



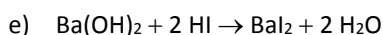
Reacción de combustión. El octano reacciona con el oxígeno y se forma dióxido de carbono y agua.



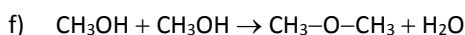
Reacción de síntesis y también ácido-base, pues el amoníaco, que es una base, reacciona con el ácido nítrico y se forma una sal: nitrato de amonio.



Reacción de síntesis.



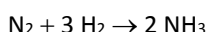
Reacción ácido-base, pues una base, el hidróxido de bario, reacciona con el ácido yodhídrico y se forma una sal, el yoduro de bario.



Reacción de síntesis, pues a partir de dos moléculas de metanol se forma un compuesto con dos átomos de carbono: el dimetiléter.

**16 Una planta industrial necesita producir una tonelada de amoníaco. Calcula la masa de nitrógeno y de hidrógeno que ha debido reaccionar para obtenerlo.**

Primero escribimos la ecuación de la reacción correspondiente y la ajustamos:



Calculamos la masa molecular de cada sustancia que interviene a partir de los datos que aparecen en el sistema periódico:

$$M(\text{N}_2) = M(\text{N}) \cdot 2 = 14 \cdot 2 = 28 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2) = M(\text{H}) \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NH}_3) = M(\text{N}) + M(\text{H}) \cdot 3 = 14 + 1 \cdot 3 = 17 \text{ g/mol}$$

A continuación empleamos los factores de conversión correspondientes conociendo la relación entre moles que nos proporciona la ecuación del proceso. Para el nitrógeno:

$$10^6 \text{ g de NH}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol de NH}_3}{17 \text{ g de NH}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol de N}_2}{2 \text{ mol de NH}_3} \cdot \frac{28 \text{ g de N}_2}{1 \text{ mol de N}_2} = 4,118 \cdot 10^5 \text{ g de N}_2$$

Para el hidrógeno:

$$10^6 \text{ g de NH}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol de NH}_3}{17 \text{ g de NH}_3} \cdot \frac{3 \text{ mol de H}_2}{2 \text{ mol de NH}_3} \cdot \frac{2 \text{ g de H}_2}{1 \text{ mol de H}_2} = 1,765 \cdot 10^5 \text{ g de H}_2$$

**17 Las condiciones más adecuadas para obtener amoníaco a escala industrial son las siguientes:**

- **Temperatura: 400-500 °C.**
- **Presión: 200 atm.**
- **Utilización de un catalizador de hierro.**

**Repasa los factores que influyen en la velocidad de una reacción y explica por qué son más adecuadas estas condiciones que otras en las que la temperatura y la presión sean más bajas y no se utilice catalizador.**

Una temperatura alta favorece la reacción porque las partículas que colisionan entre sí lo hacen con mayor energía y entonces es más probable que el choque sea eficiente y se formen partículas de amoníaco.

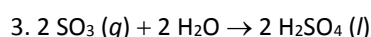
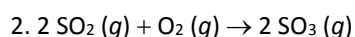
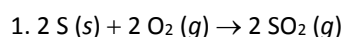
Una presión elevada hace que la concentración de los reactivos sea mayor y, por tanto, que aumente la velocidad de la reacción.

Si se usa un catalizador, la velocidad de la reacción aumenta, pues la presencia del catalizador favorece la eficiencia de los choques.

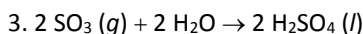
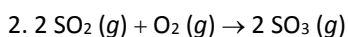
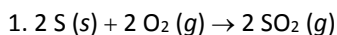
**18 En el texto se describen los pasos que comprende el proceso de obtención industrial del ácido sulfúrico.**

- a) **Ajusta los pasos 1 y 3 para que sean coherentes con el paso 2, es decir, haz que en el paso 1 se obtengan los moles de la sustancia que se necesita en el paso 2 y que en el paso 3 se utilicen los moles que se han producido en el paso 2.**
- b) **Suma los pasos 1, 2 y 3 tal y como los has obtenido en el apartado anterior y escribe la ecuación química global de obtención del ácido sulfúrico.**

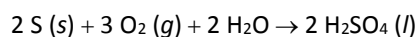
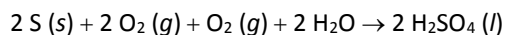
a) Las ecuaciones correspondientes quedarían así:



b) La ecuación global es:



Total:



**19** En el proceso químico que se lleva a cabo en varios pasos hay reactivos, productos e intermedios de reacción. Estos últimos son unas sustancias que aparecen en un paso y desaparecen en otro. En el proceso de obtención industrial del ácido sulfúrico:

a) ¿Cuáles son los reactivos? ¿Y los productos?

b) ¿Cuáles son los productos intermedios de la reacción?

a) Los reactivos son el azufre, el oxígeno y el agua. El producto es el ácido sulfúrico.

b) Los productos intermedios de la reacción son el dióxido de azufre y el trióxido de azufre.

## REPASA LO ESENCIAL

**20** Completa en tu cuaderno las frases siguientes rellenando los huecos con la expresión adecuada:

a) Los ácidos son sustancias que, en disolución acuosa, desprenden **protones (H<sup>+</sup>)**.

b) Las bases son sustancias que, en disolución acuosa, desprenden **hidroxilos (OH<sup>-</sup>)**.

c) Los ácidos neutralizan la acción de las bases porque, cuando entran en contacto, forman **sales**.

**21** Para medir la acidez o basicidad de un medio se utiliza una escala de pH. Con respecto a esta escala, indica en tu cuaderno si es cierto o no lo que dicen las siguientes frases. Corrige aquellas que son erróneas de manera que se lea una frase correcta:

a) El jabón de manos tiene pH = 9; por eso es ácido.

b) El café tiene pH = 6. Es menos ácido que el jabón de manos.

c) El zumo de limón tiene pH = 2 y el zumo de tomate tiene pH = 4. Uno de ellos es el doble de ácido que el otro.

d) El jabón de manos tiene pH = 9 y el jabón en polvo tiene pH = 10. El jabón en polvo es diez veces más básico que el jabón de manos.

a) Falso. La frase correcta: El jabón de manos tiene pH = 9; por eso es básico.

b) Falso. El café tiene pH = 6. Es más ácido que el jabón de manos.

c) Falso. El zumo de limón tiene pH = 2 y el zumo de tomate tiene pH = 4. Uno de ellos es  $10^2 = 100$  veces más ácido que el otro.

d) Verdadero. El jabón de manos tiene pH = 9 y el jabón en polvo tiene pH = 10. El jabón en polvo es diez veces más básico que el jabón de manos.

**22** Ordena los siguientes fragmentos en tu cuaderno para construir una definición de valoración ácido-base.

En una valoración ácido-base determinamos

que hace falta para neutralizarla

midiendo el volumen

de una disolución de base

de una disolución de ácido

de concentración conocida

la concentración molar.

En una valoración ácido-base determinamos la concentración molar de una disolución de base midiendo el volumen de una disolución de ácido de concentración conocida que hace falta para neutralizarla.

**23** Completa en tu cuaderno los huecos con la palabra adecuada de manera que se lea un texto sobre las reacciones de combustión. Elige la palabra entre las que aparecen abajo:

- Aire
- Combustible
- Energía
- Oxígeno
- Gases
- Comburente

Las reacciones de combustión son aquellas en las que una sustancia, **combustible**, reacciona con otra, **comburente**, desprendiendo **energía**.

**24** Explica qué relación tienen con las reacciones de combustión las palabras que no has elegido en el ejercicio anterior para rellenar los huecos del texto.

En las reacciones de combustión el oxígeno es habitualmente el comburente, y en el aire hay oxígeno. Además, en las reacciones de combustión se desprenden gases además de energía.

**25** Escribe en tu cuaderno el nombre de ocho elementos necesarios para hacer una valoración ácido-base que descubras en la sopa de letras.

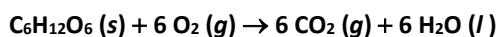
O	R	S	P	M	A	F	U	T	S	E	P	V	A	E
A	B	B	O	V	A	E	M	I	O	R	A	J	S	R
N	I	H	U	E	F	E	D	P	O	L	Z	O	Y	C
I	B	E	A	R	R	T	I	B	T	E	G	A	X	I
E	G	S	L	P	E	V	E	W	A	N	R	P	O	E
L	J	A	S	E	Z	T	O	N	I	M	A	R	R	S
A	T	T	H	S	A	A	A	M	P	E	W	Y	O	A
T	A	O	W	E	Y	Z	E	N	F	Y	A	P	D	B
F	Q	G	D	H	A	N	M	U	J	E	O	Y	A	I
L	E	A	E	I	J	A	S	T	E	R	U	W	I	P
O	A	T	T	E	C	L	U	W	T	I	Y	O	D	O
N	R	N	O	G	T	A	K	E	N	N	P	N	A	T
E	M	E	B	T	A	B	E	S	O	V	A	T	R	I
F	N	U	M	Z	U	R	A	G	E	D	O	S	C	A
U	I	C	V	A	A	F	T	Y	U	I	G	E	V	Q

**26** Razona en tu cuaderno cuál o cuáles de las frases siguientes son correctas. Explica por qué no son correctas las demás y reescríbelas para que no muestren error:

- a) Para que se produzca una reacción de combustión, el oxígeno siempre debe estar presente.
  - b) En la combustión de un combustible fósil siempre se desprende dióxido de carbono.
  - c) En la combustión de un combustible fósil siempre se desprende agua.
  - d) En una reacción de combustión siempre se desprende energía.
- a) Falso. Para que se produzca una reacción de combustión, un comburente siempre debe estar presente.
  - b) Verdadero.
  - c) Verdadero.
  - d) Verdadero.



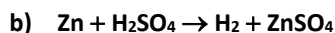
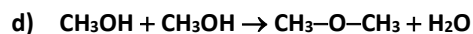
- 27 En el proceso de respiración celular que tiene lugar en las mitocondrias, la glucosa sufre la siguiente transformación que se identifica con una combustión:



Explica este hecho especificando qué sustancia actúa como combustible y cuál como comburente.

En este caso el combustible es la glucosa y el comburente es el oxígeno. En el proceso se forman dióxido de carbono y agua y se desprende energía. Precisamente esta energía es la que aporta a los seres vivos la energía necesaria para su actividad.

- 28 Observa las ecuaciones químicas que se indican a continuación y razona en tu cuaderno cuál o cuáles de ellas representan una reacción de síntesis:



Son reacciones de síntesis:

- La a: se genera sulfato de amio.
- La c: se forma dicloroetano.
- La d: se forma dimetiléter.

La b es una reacción de sustitución, mientras que la e es una reacción ácido-base.

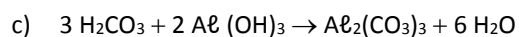
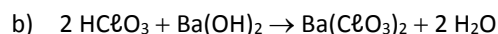
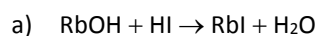
## PRACTICA

- 29 Completa la siguiente tabla en tu cuaderno indicando a qué grupo pertenece cada sustancia:

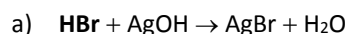
La tabla quedaría así:

Fórmula	Ácido	Base	No ácido/no base
HBr	✓		
HLi			✓
Mg(OH) <sub>2</sub>		✓	
CuO			✓
NH <sub>3</sub>		✓	

- 30 Completa las siguientes reacciones ácido-base en tu cuaderno y ajusta las ecuaciones químicas.



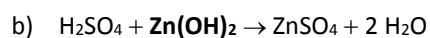
- 31 Completa en tu cuaderno las ecuaciones químicas que se muestran a continuación. En cada caso, di cuál es el ácido y cuál es la base:



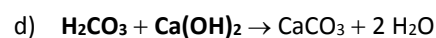
Ácido: HBr; base: AgOH.



Ácido: HI; base: KOH.



Ácido: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; base: Zn(OH)<sub>2</sub>.



Ácido: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; base: Ca(OH)<sub>2</sub>.





b) Ahora calculamos la masa molecular del dióxido de carbono:

$$M(\text{CO}_2) = M(\text{C}) + M(\text{O}) \cdot 2 = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \text{ g/mol}$$

A continuación empleamos los factores de conversión correspondientes conociendo la relación entre moles que nos proporciona la ecuación del proceso.

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12 \text{ g de C}} \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de C}} \cdot \frac{44 \text{ g de O}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} =$$

$$= 36666,6 \text{ g de CO}_2 = 36,6 \text{ kg de CO}_2$$

Esta es la cantidad de dióxido de carbono emitido a la atmósfera. Este valor también se podría haber obtenido aplicando la ley de conservación de la masa, puesto que el  $\text{CO}_2$  es el único producto y conocemos la masa de carbono y la masa de oxígeno molecular que interviene:

$$10 \text{ kg de C} + 26,6 \text{ kg de O}_2 = 36,6 \text{ kg de CO}_2$$

**38** En la combustión de 1 mol de carbono se desprenden 393,5 kJ. Calcula la cantidad de energía liberada al quemar 10 kg de carbón. Comparando este resultado con el ejemplo resuelto 1 y con la actividad 13, determina qué combustible es más eficiente energéticamente: el carbón, el butano o el gas natural.

Como conocemos la masa de un mol de carbono, 12 g:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12 \text{ g de C}} \cdot \frac{393,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de C}} = 327916,6 \text{ kJ}$$

Con este valor podemos calcular el valor energético del carbón:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12 \text{ g de C}} \cdot \frac{393,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de C}} = \frac{327916,6 \text{ kJ}}{10 \text{ kg de C}} = 32791,6 \text{ kJ/kg de carbón}$$

En la actividad 13 vimos cuál es el valor energético del butano y del gas natural:

Butano:

$$\frac{495530 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} = 49553 \text{ kJ/kg de butano}$$

Para el gas natural:

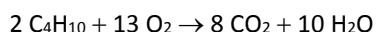
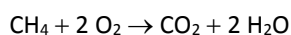
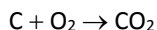
$$\frac{556250 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} \cdot 0,95 = 52843,75 \text{ kJ/kg de gas natural}$$

Por tanto, el gas natural es el combustible más eficiente energéticamente de los tres.

**39** Cuando se quema un combustible fósil con suficiente cantidad de oxígeno, se libera dióxido de carbono, un gas que incrementa el efecto invernadero. Completa la tabla siguiente con la cantidad de productos que se obtienen al quemar 10 kg de los combustibles indicados. Razona, basándote en ello, cuál de estos es más respetuoso con el medio ambiente.

10 kg de	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Carbón: C (s)		
Gas natural: CH <sub>4</sub> (g)		
Butano: C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)		

Escribimos primero la reacción que tiene lugar con cada combustible:



Para la primera reacción, la del carbón, tal y como vimos en una actividad anterior:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}}{12 \text{ g de C}} \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de C}} \cdot \frac{44 \text{ g de O}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} =$$

$$= 36666,6 \text{ g de CO}_2 = 36,6 \text{ kg de CO}_2$$

En esta reacción no se produce agua.

La masa molecular del agua es:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}) \cdot 2 + M(\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ g/mol}$$

Y la del metano es:

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = M(\text{C}) \cdot 4 + M(\text{H}) \cdot 10 = 12 \cdot 4 + 1 \cdot 10 = 58 \text{ g/mol}$$

Para la combustión del metano:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de CH}_4}{16 \text{ g de CH}_4} \cdot \frac{1 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de CH}_4} \cdot \frac{44 \text{ g de CO}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} =$$

$$= 27\,500 \text{ g de CO}_2 = 27,5 \text{ kg de CO}_2$$

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de CH}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de CH}_4}{16 \text{ g de CH}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol de H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de CH}_4} \cdot \frac{18 \text{ g de H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de H}_2\text{O}} =$$

$$= 22\,500 \text{ g de H}_2\text{O} = 22,5 \text{ kg de H}_2\text{O}$$

Para combustión del butano:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g de C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{8 \text{ mol de CO}_2}{2 \text{ mol de C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{44 \text{ g de CO}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} =$$

$$= 30\,344,83 \text{ g de CO}_2 = 30,345 \text{ kg de CO}_2$$

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol de C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g de C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{10 \text{ mol de H}_2\text{O}}{2 \text{ mol de C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{18 \text{ g de H}_2\text{O}}{1 \text{ mol de H}_2\text{O}} =$$

$$= 15\,517,2 \text{ g de H}_2\text{O} = 15,5172 \text{ kg de H}_2\text{O}$$

Entonces la tabla completa quedaría así:

10 kg de	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Carbón: C (s)	36,6 kg	–
Gas natural: CH <sub>4</sub> (g)	27,5 kg	22,5 kg
Butano: C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)	30,3 kg	15,5 kg

El más respetuoso con el medio ambiente es el que emite menor cantidad de dióxido de carbono; es decir, el gas natural.

**40** Ajusta en tu cuaderno las siguientes ecuaciones químicas e indica, de forma razonada, cuáles son reacciones de síntesis:

- $2 \text{ Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ FeO}$
- $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{H}_2$
- $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH}$
- $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

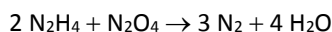
Son reacciones de síntesis la a, b y d.

## AMPLÍA

**41** Los cohetes propulsores de las naves espaciales utilizan combustibles no orgánicos. En las misiones Apollo, el módulo lunar utilizó hidracina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) que, al reaccionar con tetróxido de dinitrógeno (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), forma gas nitrógeno y agua. Se liberan 525 kJ por cada mol de hidracina.

- Escribe la ecuación química ajustada del proceso.
- ¿Qué sustancia es el combustible? ¿Y el comburente?
- Desde el punto de vista del medio ambiente, ¿qué ventajas tiene este combustible frente a los convencionales a base de carbono?
- Calcula la energía que se libera cuando se queman 10 kg de hidracina. Compárala con la que se libera cuando se queman 10 kg de butano (ejemplo 1).

a) La reacción ajustada:



b) El combustible es la hidracina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ . Y el comburente, el tetróxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

c) Tiene la ventaja de que no contamina la atmósfera, pues los productos de la reacción son nitrógeno molecular, que es el principal componente de la atmósfera y no es tóxico, y agua, una sustancia que tampoco contamina.

d) Calculamos la masa molecular de la hidracina:

$$M(\text{N}_2\text{H}_4) = M(\text{N}) \cdot 2 + M(\text{H}) \cdot 4 = 14 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 32 \text{ g/mol}$$

Si se queman 10 kg de hidracina:

$$10 \cdot 10^3 \text{ g de } \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol de } \text{N}_2\text{H}_4}{32 \text{ g de } \text{N}_2\text{H}_4} \cdot \frac{525 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de } \text{N}_2\text{H}_4} = 328 125 \text{ kJ}$$

Entonces, la energía liberada por cada kilogramo de hidracina es:

$$\frac{328 125 \text{ kJ}}{10 \text{ kg}} = 32 812,5 \text{ kJ/kg de hidracina}$$

Comparando, vemos que por cada kilogramo de butano se generan 49 553 kJ. Así pues, la hidracina es más eficiente que el butano, pues aporta más energía por kg de combustible.

42

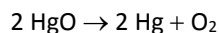
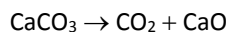
**Las reacciones de descomposición son las inversas de las reacciones de síntesis. Observa los textos siguientes referidos a reacciones de descomposición:**

- Cuando se calienta el carbonato de calcio, desprende dióxido de carbono y deja un residuo de óxido de calcio.
- El metal mercurio se puede obtener calentando óxido de mercurio(II).

a) Escribe la ecuación química ajustada para cada una de las reacciones de síntesis correspondientes al proceso descrito. Ten presente que puede haber alguna sustancia más que las citadas.

b) Identifica, en cada caso, los reactivos y los productos.

a) Las reacciones ajustadas son:



b) En la primera reacción el reactivo es el carbonato de calcio, y los productos, el dióxido de carbono y el óxido de calcio.

En la segunda reacción el reactivo es el óxido de mercurio, y los productos, el mercurio y el oxígeno.

## COMPETENCIA CIENTÍFICA

43

**Ajusta en tu cuaderno las reacciones químicas que aparecen arriba (salvo las que incluyen  $\text{C}_x\text{H}_y$ ).**

Reacciones con  $\text{O}_2$ :

- $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

Reacciones con NO:

- $2 \text{CO} + 2 \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{CO}_2$
- $2 \text{H}_2 + 2 \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

- $\text{H}_2 + 2 \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- $5 \text{H}_2 + 2 \text{NO} \rightarrow 2 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NO} + 4 \text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

Reacciones con agua:

- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

44

**Si la masa no se crea ni se destruye, ¿cómo es posible «destruir» algunas de las sustancias más contaminantes que se generan en un motor de combustión?**

Porque se producen reacciones químicas en las que los átomos involucrados se reordenan, de modo que se forman en los productos compuestos químicos menos contaminantes que aquellos que había en los reactivos.

**45** Anota en tu cuaderno qué sustancias desaparecen en las reacciones que tienen lugar en el catalizador y cuáles son las sustancias que aparecen.

- a) ¿Son todas las sustancias formadas no contaminantes?  
b) Explica tu respuesta y justifica el funcionamiento de los catalizadores.

Desaparecen: hidrocarburos,  $C_xH_y$ , CO, NO,  $N_2O$ ,  $H_2$ .

Aparecen:  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ , CO,  $NH_3$ .

- a) No, algunas sustancias formadas, como el CO o el  $CO_2$  son contaminantes.  
b) Pero aunque se forman algunos compuestos perjudiciales para el medio ambiente se eliminan otros compuestos que son aún más negativos, como por ejemplo los óxidos de nitrógeno, que pueden reaccionar con el agua de la atmósfera y formar ácidos que luego contaminan la lluvia dando lugar a lluvia ácida que deteriora bosques o algunos tipos de monumentos.

**46** Analiza la tabla sobre la eficacia de un catalizador y coméntala.

Los catalizadores eliminan por completo algunos compuestos, como ciertos óxidos de nitrógeno, pero en otros casos simplemente reducen la cantidad emitida a la atmósfera.

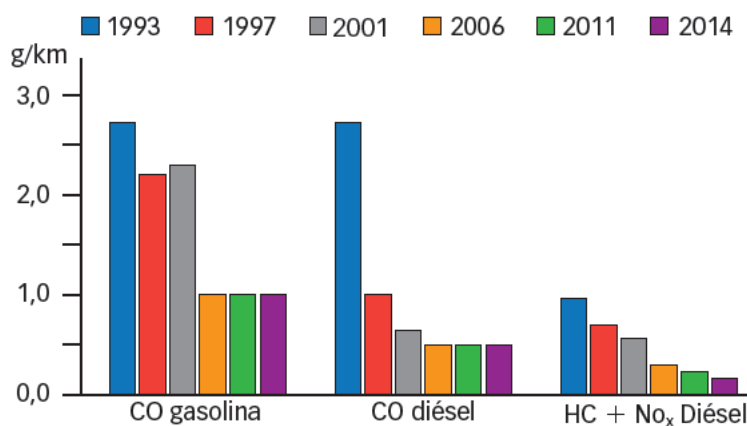
**47** Teniendo en cuenta la toxicidad, ¿qué compuesto consideras más peligroso, el CO o el  $CO_2$ ?

Es más peligroso el CO, que es un compuesto tóxico, aunque el  $CO_2$  también perjudica el medio ambiente, pues es el principal responsable del incremento del efecto invernadero.

**48** EXPRESIÓN ESCRITA. Resume el texto en pocas palabras.

Respuesta personal. El texto habla sobre las diferentes normativas que se han ido sucediendo en la Unión Europea en materia de emisiones permitidas a los vehículos. Destaca el hecho de que las normativas más recientes son menos permisivas con las emisiones que las más antiguas.

**49** Comenta este gráfico, que muestra la evolución de las emisiones permitidas desde 1993 hasta 2014.



A medida que han transcurrido los años la normativa va siendo más exigente, pidiendo a los fabricantes que elaboren motores más respetuosos con el medio ambiente. La tendencia es la misma para los diferentes tipos de contaminantes, aunque para el CO, tanto en los motores de gasolina como diésel se ha mantenido la cifra permitida desde 2006 hasta 2014.

**50** ¿Qué implicaciones tiene la nueva normativa para los fabricantes de vehículos?

Los fabricantes deben idear y desarrollar motores más eficientes desde el punto de vista energético, procurando fabricar motores que aprovechen al máximo el combustible y reduzcan el consumo.

**51** ¿Qué innovaciones permitirán reducir aún más las emisiones?

Por ejemplo, el uso de catalizadores tipo SCR (reducción catalítica selectiva, o más comúnmente «catalizador de urea»), que convierte los óxidos de nitrógeno en vapor de agua y nitrógeno.

**52 Explica con pocas palabras el esquema que aparece tras el documento.**

El esquema muestra que cada vez se exigen motores menos contaminantes. Aunque los motores siguen siendo contaminantes y, aunque sean más eficientes, si se realizan muchos kilómetros, la cantidad de gases emitidos a la atmósfera aumenta, por lo que la solución más beneficiosa para el medio ambiente es fomentar el uso del transporte público, por ejemplo.

**53 Relaciona el esquema con el gráfico de la actividad 49.**

El esquema representa lo mismo que el gráfico: la tendencia en la normativa europea a reducir las emisiones exigiendo el desarrollo de motores más eficientes.

**54 TOMA LA INICIATIVA. Ahora, opina: ¿te parece una buena iniciativa la obligación de reducir las emisiones contaminantes, aunque esto suponga un desembolso extra para el comprador del vehículo?**

Respuesta libre. Todos queremos proteger el medio ambiente al máximo, pero cuando la cuestión afecta a nuestro bolsillo, la opinión puede cambiar. Comentar en el aula que la exigencia de motores menos contaminantes hace que las empresas fabricantes de vehículos deban invertir en investigación para lograr motores más respetuosos con el medio ambiente. Y este coste añadido durante la fase de estudio y diseño de un vehículo repercute finalmente en el precio del vehículo, encareciéndolo.

## INVESTIGA

**55 Indica qué resultados te permiten identificar el antiácido como una sustancia ácida o básica.**

El uso de sustancias indicadoras o papel indicador.

**56 ¿A qué se debe el cambio de color del contenido del Erlenmeyer a medida que se añade la lechada de magnesia?**

A que va variando el pH de la disolución. La lechada de magnesia es una sustancia básica que hace aumentar el pH en el Erlenmeyer.

**57 Supón que el Erlenmeyer es el estómago. Explica qué es lo que provoca la sensación de ardor y cómo actúan los medicamentos contra el ardor.**

La sensación de ardor la provocan las sustancias ácidas que se unen al ácido presente en el estómago para realizar la digestión. Los medicamentos contra el ardor actúan como la lechada de magnesia, contrarrestando el efecto de los ácidos, produciendo una reacción de neutralización que consigue reducir el pH dentro del estómago.