

Primero la
Secundaria

QUÍMICA

Módulo

4

Reacciones químicas



Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Presidencia de la Nación

Primero la
Secundaria

QUÍMICA

Módulo

4

Reacciones químicas

Contenido

Introducción

Reacciones químicas

Reacciones de combustión

Oxidación de metales

Obtención de amoníaco

Obtención de ácido sulfúrico

Lluvia ácida

Capa de ozono

El efecto invernadero

Reacciones exotérmicas y endotérmicas

Actividades de repaso

Respuestas a las actividades

Introducción

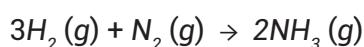
Antes de comenzar con el desarrollo de este cuarto y último módulo, recordá dedicar al estudio y la práctica entre una hora y media o dos por día. Así, en una semana, alcanzarás a preparar todo el módulo. Al final, encontrarás actividades de autoevaluación, que te servirán para practicar los diferentes temas estudiados y prepararte bien para el examen.

En este módulo vamos a estudiar algunas reacciones químicas importantes para la industria y otras que son relevantes para el cuidado del medio ambiente. En este sentido, es importante que comprendas el significado de una reacción química, en términos de rotura de enlaces y formación de enlaces nuevos. También, que puedas escribir una reacción química balanceada, indicando los estados de agregación de las sustancias. Finalmente, que reconozcas las reacciones químicas involucradas en procesos cotidianos, industriales y ambientales, y comprendas su impacto en la vida diaria y en la sociedad.

Reacciones químicas

En una reacción química **la materia se transforma**. Una sustancia dada reacciona con otra y se obtiene una sustancia diferente a las sustancias de partida.

En el siguiente ejemplo se muestra la reacción de obtención de amoníaco, a partir de hidrógeno y nitrógeno:



Para que esta reacción se lleve a cabo, es necesario que los enlaces covalentes que mantienen unidas a las moléculas de hidrógeno se rompan, al igual que los que mantienen unidas a las moléculas de nitrógeno. Una vez que se han roto los enlaces, los átomos se reacomodan para formar nuevos enlaces entre nitrógeno e hidrógeno, tal como se observa en la Figura 1:

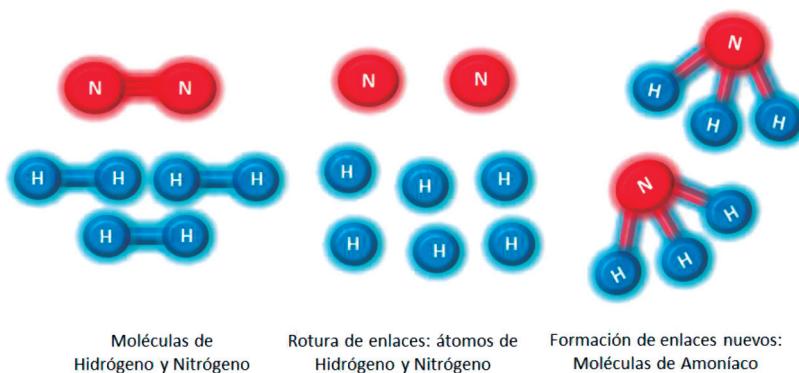
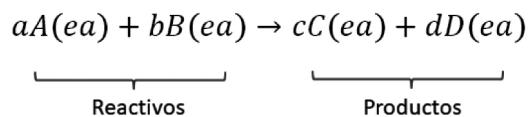


Figura 1: Reacción de obtención de amoníaco

En una reacción química, las sustancias de las cuales se parte se llaman **reactivos** y las sustancias que se obtienen de esa reacción se denominan **productos**:



Donde A y B representan los reactivos; C y D representan los productos. A su vez, las letras a , b , c y d representan los coeficientes estequiométricos, y "ea" indica el estado de agregación que corresponda.

Para que una reacción esté correctamente escrita debe estar **balanceada**, es decir, debe tener la misma cantidad de átomos de cada elemento, tanto en reactivos (sustancias de partida) como en productos. Para esto se utilizan los **coeficientes estequiométricos**.

También, debe estar indicado el **estado de agregación** de cada sustancia (sólido, líquido o gaseoso), como se muestra en la Figura 2:

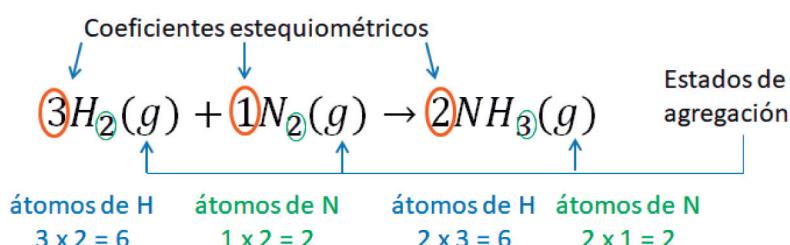


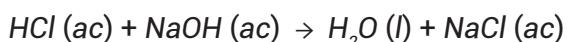
Figura 2: Reacción química balanceada

En esta reacción, los gases hidrógeno y nitrógeno son los reactivos y los coeficientes estequiométricos son 3 y 1 respectivamente (el 1 no se escribe, sólo está indicado en la Figura 2 con fines didácticos). El amoníaco gaseoso es el producto y su coeficiente estequiométrico es 2.

Como se puede ver, hay la misma cantidad de átomos de hidrógeno y nitrógeno en reactivos y en productos, así la reacción se encuentra balanceada. Las tres sustancias que participan de la reacción se encuentran en estado gaseoso, indicado por (g).

Los coeficientes estequiométricos representan la proporción en que los reactivos se combinan, es decir, por cada 3 moléculas de hidrógeno y una de nitrógeno se producen dos de amoníaco. En realidad, son millones de moléculas las que reaccionan pero, cualquiera sea esa cantidad, se necesitará el triple de hidrógeno que de nitrógeno.

Si alguna de las sustancias que participan de una reacción se encuentra **disuelta en solución acuosa** como, por ejemplo, la reacción de neutralización entre un ácido y una base, se debe indicar de la siguiente manera:



Donde "ac" significa acuoso; es decir, que las sustancias ácido clorhídrico e hidróxido de sodio que se encuentran en los reactivos están disueltas en agua. Reaccionan dos soluciones acuosas de diferentes solutos. Al neutralizarse el ácido con la base, como producto se obtiene agua y una sal, cloruro de sodio, que se encuentra también disuelta.

Reacciones de combustión

Las reacciones químicas de combustión son aquellas donde un reactivo se combina con oxígeno y se obtiene dióxido de carbono y agua:

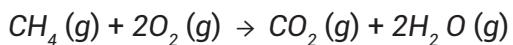
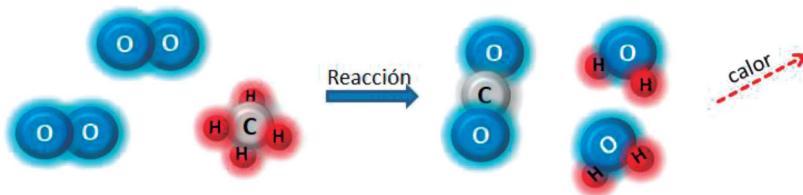
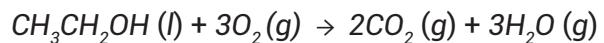


Figura 3: Reacción de combustión de metano

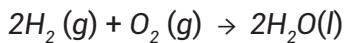
En toda reacción de combustión, se combina un **combustible**, en este caso el metano (CH_4), con un **comburente**, el oxígeno. Ambos son los reactivos.

En general, los combustibles son sustancias que contienen carbono e hidrógeno (hidrocarburos). En la quema de alcohol, metano, carbón, etc., se genera una llama y se libera gran cantidad de energía, en forma de calor. Aquellos procesos donde se libera calor se denominan **procesos exotérmicos**. Así, la combustión es una reacción química **exotérmica**.

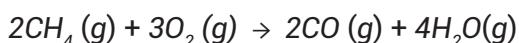
Otro ejemplo es la combustión de etanol (alcohol de farmacia):



La reacción entre hidrógeno y oxígeno para dar agua también es una reacción muy rápida y explosiva (en este caso, no se obtiene dióxido de carbono, ya que no hay fuente de carbono en los reactivos):



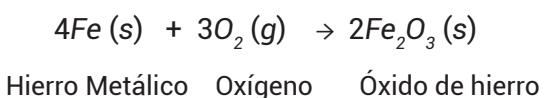
Cuando la combustión es **incompleta**, el producto de la reacción es **monóxido de carbono** y agua. Para el gas metano, usado en las hornallas de las cocinas o en las estufas, la reacción es:



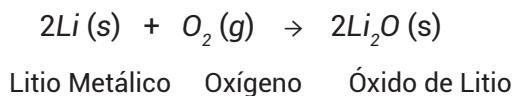
La inhalación de monóxido de carbono es altamente peligrosa, razón por la cual debemos estar atentos a que la cantidad de oxígeno en el ambiente sea suficiente para producir la combustión completa del hidrocarburo. Cuando la combustión es incompleta, una de las características de la llama es su color amarillento. Si la combustión es completa, la llama es color azul.

Oxidación de metales

Así como los metales son buenos conductores del calor y la electricidad, algunos de ellos se oxidan fácilmente, es decir, reaccionan con oxígeno para formar compuestos llamados óxidos. Es muy común la oxidación del hierro, donde se forma un óxido amarronado:



Los metales con más tendencia a oxidarse son los alcalinos y alcalinotérreos, por ejemplo:



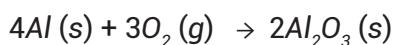
Cuando los metales están en contacto con el **oxígeno y la humedad** del ambiente se genera un proceso que se denomina **corrosión**. En este proceso, el material pierde ciertas propiedades originales y se deteriora, muchas veces de manera muy severa. Este fenómeno genera una problemática a nivel industrial, tecnológico y científico, donde se invierte mucho tiempo y dinero para investigar sobre el tema.

Por ejemplo, los barcos se construyen con metales que se corroen en el mar. Los autos, también, tienen estructuras metálicas. Las pinturas suelen ser buenos aislantes del medio ambiente y, muchas veces, protegen bien a los metales de la corrosión.

Pero, en el caso de las embarcaciones, la pintura no es suficiente y se emplean otros métodos para evitar su deterioro. La parte sumergida es especialmente sensible a la corrosión, ya que está en contacto con el mar. Para evitar su deterioro se utilizan los llamados “ánodos

de sacrificio": éstos son metales que se ponen en contacto con la superficie a proteger y tienen más tendencia a oxidarse que dicha superficie. Así, se corroen el ánodo de sacrificio frente al metal de la estructura de la embarcación.

El Aluminio se comporta de manera particular, ya que se forma una capa de óxido de aluminio sobre su superficie, la cual queda adherida y actúa como barrera contra la corrosión:



Obtención de amoníaco

El amoníaco (NH_3) es uno de los productos químicos más utilizados a nivel industrial. Como hemos visto en el módulo 2 es una base, razón por la cual una solución acuosa de amoníaco tiene un pH mayor a 7. Se produce naturalmente por la descomposición de la materia orgánica y se sintetiza mediante un proceso denominado "Haber", por reacción directa entre hidrógeno y nitrógeno.



Como esta reacción es lenta, se utilizan condiciones de alta temperatura y presión para acelerar la reacción, con valores de hasta 300 atmósferas y alrededor de $500^{\circ}C$ (a nivel del mar, nos encontramos a 1 atmósfera de presión, que es lo mismo que 1013 hectopascales).

El amoníaco obtenido se puede utilizar en la preparación de fertilizantes para vegetales, así como en la fabricación de productos de limpieza.

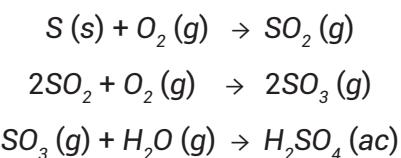
Obtención de ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico, de fórmula H_2SO_4 , es un líquido incoloro a temperatura ambiente, más denso y viscoso que al agua.

Cuando el ácido sulfúrico se disuelve en agua se libera una gran cantidad de calor. Es un producto peligroso de manipular, disuelve a los metales y se fabrica a gran escala, debido a la variedad de usos que posee.

La principal materia prima para obtener ácido sulfúrico es el azufre (de símbolo S), un elemento de color amarillo, sólido a temperatura ambiente.

Las reacciones que tienen lugar en el proceso son:



Ahora, observá el siguiente video sobre la fabricación de ácido sulfúrico:

<https://www.educ.ar/recursos/103469/azufre>

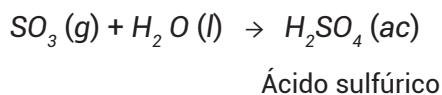
(A partir del min. 19)

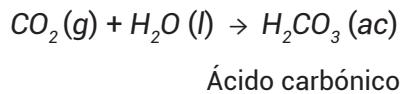
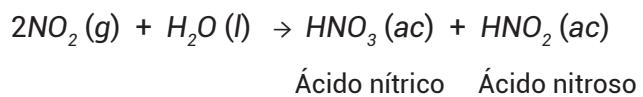
Encontrarás este video en la plataforma, Página del estudiante: Química 4 / Recursos para el estudio / Azufre.

Lluvia ácida

Ciertos gases que se generan en las fábricas pueden provocar graves daños al ecosistema terrestre. Cuando llueve, estos gases entran en contacto con agua y se forman compuestos ácidos que caen en lagos, ríos y bosques, generando la muerte de especies animales y vegetales, así como el deterioro del suelo.

Los gases más importantes responsables de la lluvia ácida son: SO_3 , NO_2 y CO_2 . Veamos las reacciones de estos gases con agua:





Los ácidos generados acidifican los sistemas con los que entran en contacto, generando un entorno desfavorable para la vida, tal como se observa en la Figura 4:



(a)



(b)

Figura 4: (a) Gases desprendiéndose de fábricas (b) Consecuencias de la lluvia ácida⁽¹⁾

En el siguiente link encontrarás información interesante que podés leer de manera optativa, acerca de la lluvia ácida:

<https://www.educ.ar/recursos/20103/lluvia-acida>

Capa de ozono

El **ozono** (O_3) es un gas presente en la atmósfera, que tiene una función fundamental para la vida humana en la Tierra: absorber los rayos ultravioleta provenientes de sol, que son dañinos para las personas.

En la Figura 5 se muestran las capas de la atmósfera. El ozono se encuentra en la mesosfera, entre los 50 y 80 km de altura sobre la superficie terrestre.

(1) Imagen (a): <http://recursostic.educacion.es>. Imagen (b): <https://www.educ.ar/recursos/15042/lluvia-acida>

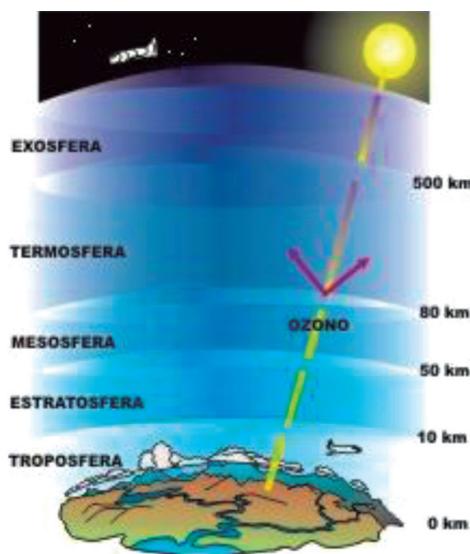


Figura 5: Estructura de la atmósfera⁽²⁾

Lamentablemente, ciertas sustancias utilizadas en la vida diaria han dañado considerablemente la capa de ozono. Estas sustancias son los compuestos fluoroclorocarbonados presentes en aerosoles, como desodorantes, que al encontrarse con la radiación solar generan una especie llamada **radical**, capaz de reaccionar con el ozono y romper su molécula formando otras nuevas. Veamos la siguiente figura:

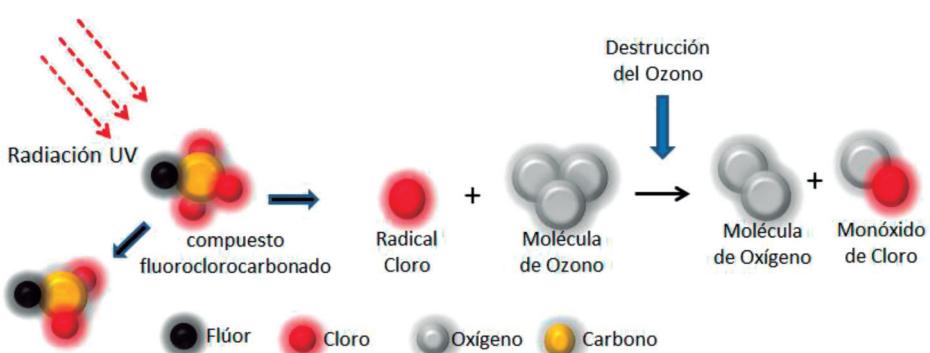


Figura 6: Reacción entre ozono y radicales cloro

Cuando el radical cloro se encuentra con moléculas de ozono, se produce una reacción química, donde se genera oxígeno y otros compuestos, disminuyendo así la cantidad de ozono presente.

(2) Imagen: <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/> Ilustrador: José Alberto Bermúdez.

El efecto invernadero

El efecto invernadero es un proceso por el cual ciertos gases presentes en la atmósfera retienen el calor de los rayos de luz solar cuando rebotan en la superficie terrestre (ver Figura 7). Esto provoca que la tierra se caliente y se genere lo que se denomina calentamiento global.

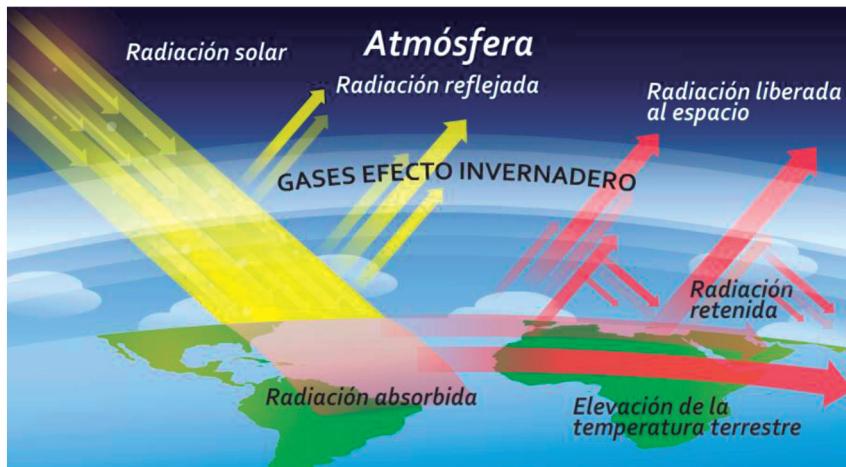


Figura 7: el efecto invernadero⁽³⁾

Algunos de estos gases están presentes en la atmósfera de forma natural, como el CO₂, pero hay otros gases responsables del efecto invernadero, como los gases contaminantes producto de la actividad humana, que se desprenden de fábricas o de los escapes de los autos. Esto provoca que mucho más calor quede retenido en la atmósfera.

Cuanta más contaminación hay, mayor será la temperatura de la superficie terrestre. Por eso se producen fenómenos como el derretimiento de grandes masas de hielo, por ejemplo: el Glaciar Perito Moreno en nuestro país.

Los gases más importantes responsables del efecto invernadero son: vapor de agua, ozono, metano (CH₄), óxido nitroso (NO₂) y compuestos fluoroclorocarbonados.

En los siguientes links encontrarás información complementaria que será muy útil, para saber más sobre el efecto invernadero:

(3) Infografía: educ.ar/goo.gl/gquBTS . "La combustión y el efecto invernadero".

<https://www.educ.ar/recursos/20116/la-combustion-y-el-efecto-invernadero>

<https://www.educ.ar/recursos/132420/efecto-invernadero>

Para aprender más sobre los problemas ambientales, observá el siguiente video:

<https://www.educ.ar/recursos/103559/cambio-climatico-pelicula-el-dia-despues-de-manana>

Reacciones exotérmicas y endotérmicas

Como hemos visto en este módulo, las reacciones exotérmicas son aquellas que liberan energía en forma de calor. Veamos algunos ejemplos de este tipo de reacciones:

- La oxidación de los metales: $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$
- La formación de la molécula de agua: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- La formación del amoniaco: $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
- La reacción del gas butano con el oxígeno: $2\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + 13\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

La energía que liberan las reacciones exotérmicas puede ser **aprovechada** para los procesos que la requieran como, por ejemplo, en la vida diaria: en la cocción de un alimento o la calefacción de un ambiente, a través de las reacciones de combustión.

Otras reacciones químicas requieren **absorber calor** para producirse y se llaman **endotérmicas**. Como ejemplo podemos mencionar:

- Descomposición de bicarbonato: $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- Descomposición de la piedra caliza: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- Descomposición del Ozono: $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$

El bicarbonato de sodio se utiliza como polvo de hornear en recetas de cocina ya que, a partir de los 270 grados centígrados de temperatura, se descompone dando dióxido de carbono gaseoso como uno de los productos, y esto provoca que los panes y budines se eleven.

Actividades de repaso

Actividad 1: Indicá la respuesta correcta.

A. Para la reacción $C_3H_8 (g) + 5O_2 (g) \rightarrow 3CO_2 (g) + 4H_2O (g)$, ¿cuál es la diferencia entre la cantidad de átomos de oxígeno y la cantidad de átomos de hidrógeno?

- 1
- 2
- 3
- 5

B. Además del agua, ¿cuál es el otro producto que se obtiene en una reacción química de combustión incompleta?

- CO
- NO
- N₂
- O₂

C. ¿Cuáles de los siguientes compuestos pueden provocar la disminución de la capa de ozono?

- Compuestos provenientes de la lluvia ácida
- Compuestos fluoroclorocarbonados
- Compuestos derivados del petróleo
- Compuestos nitrogenados

D. ¿En cuál de las siguientes opciones la reacción química está escrita en forma correcta?

- $Na_2CO_3 (s) + 2HCl (ac) \rightarrow NaCl (ac) + 2CO_2 (g) + H_2O (l)$
- $Na_2CO_3 (s) + HCl (ac) \rightarrow NaCl (ac) + CO_2 (g) + H_2O (l)$
- $3Na_2CO_3 (s) + HCl (ac) \rightarrow 6NaCl (ac) + 3CO_2 (g) + H_2O (l)$
- $Na_2CO_3 (s) + 2HCl (ac) \rightarrow 2NaCl (ac) + CO_2 (g) + H_2O (l)$

E. ¿Qué producto químico elaborado a escala industrial utiliza el azufre como materia prima?

- NH₃
- HNO₃
- SO₂
- H₂SO₄

Actividad 2. Indicá si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas.

A. La lluvia ácida se produce cuando el ozono reacciona con el agua de lluvia.

- Verdadera Falsa

B. El metano es uno de los gases responsables del efecto invernadero.

- Verdadera Falsa

Respuestas a las actividades

A continuación, se encuentran las respuestas correctas para que corrobres con los procesos que realizaste y los resultados que obtuviste. En el examen final no tendrás que justificar tus respuestas, pero es importante que leas las explicaciones para que autoevalúes tu práctica.

Actividad 1: Indicá las respuestas correctas.

■ A. La respuesta correcta es: 2

Justificación: La reacción está balanceada y escrita correctamente: tanto en reactivos como en productos hay 10 átomos de O y 8 átomos de H. Por lo tanto, la diferencia entre los átomos de O y H es $10 - 8 = 2$.

■ B. La respuesta correcta es: CO

Justificación: En una reacción de combustión incompleta se obtiene monóxido de carbono y se escribe de la siguiente manera: $2CH_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO(g) + 4H_2O(g)$

■ C. La respuesta correcta es: Compuestos fluoroclorocarbonados

Justificación: Los compuestos fluoroclorocarbonados, provenientes de los aerosoles, se descomponen con la radiación solar y generan especies capaces de reaccionar con ozono, disminuyendo su concentración en la atmósfera.

■ D. La respuesta correcta es: $Na_2CO_3(s) + 2HCl(ac) \rightarrow 2NaCl(ac) + CO_2(g) + H_2O(l)$.

Justificación: La reacción química debe estar balanceada y este es el único caso donde está balanceada correctamente, con 2 átomos Na, 1 de C, 3 de O, 2 de H y 2 de Cl tanto en reactivos como en productos.

■ E. La respuesta correcta es: H_2SO_4 .

Justificación: Para obtener ácido sulfúrico (H_2SO_4) a escala industrial se utiliza azufre como materia prima.

Actividad 2. Indicá si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas.**■ A. La respuesta correcta es: Falsa.**

Justificación: La lluvia ácida se produce por la reacción de NO_2 , SO_3 y CO_2 con agua, generando ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido carbónico.

■ B. La respuesta correcta es: Verdadera.

Justificación: El metano, así como el dióxido de carbono, ozono y otros gases, es uno de los responsables del efecto invernadero.



Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Presidencia de la Nación