

Reacciones químicas

SUGERENCIA:

Antes de resolver ejercicios de la sección 2., responder primero los ítems de la Guía de Estudio relacionados con cada uno.

■ 1. Guía de Estudio

- ¿Qué se entiende por cambio físico y qué por cambio químico?
- Explicar qué indica una ecuación química y cuál es el significado de los coeficientes estequiométricos.
- ¿Cuáles son los productos de la reacción de combustión completa de un hidrocarburo? ¿Y los de una reacción de combustión incompleta?
- Indicar qué se entiende por reacción redox e identificar en ella al agente oxidante y al agente reductor.
- Describir las etapas necesarias para balancear la ecuación química de una reacción redox por el método de la semirreacción (o método del ion-electrón).
- ¿Qué significa que un reactivo dado sea el limitante de una reacción química?
- Explicar el significado de pureza de una muestra o material.
- Explicar el significado de rendimiento de una reacción química. Definir porcentaje de rendimiento.
- ¿Qué significa que una reacción química sea endotérmica o exotérmica?

■ 2. Ejercicios

- 8.1** Responder si los procesos siguientes son ejemplos de un cambio físico o de un cambio químico: a) disolución en agua del cloruro de sodio; b) combustión del butano; c) evaporación del agua; d) oxidación del hierro; e) dilución de una solución acuosa de etanol.
- 8.2** Escribir la ecuación química balanceada que representa a cada uno de los procesos químicos siguientes:
- a) el potasio elemental reacciona con agua para producir gas hidrógeno e hidróxido de potasio acuoso;
 - b) el óxido de sodio sólido reacciona con agua para producir hidróxido de sodio acuoso;
 - c) la obtención de tetrafluoruro de silicio gaseoso y agua como productos de la reacción del ácido fluorhídrico con el dióxido de silicio.
- 8.3** Escribir las ecuaciones químicas balanceadas de combustión completa del propano (C_3H_8) y del 1-hexeno (C_6H_{12}).
- 8.4** Balancear las ecuaciones químicas siguientes:
- a) $NaOH(aq) + HCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$
 - b) $Al(OH)_3(s) + HCl(aq) \longrightarrow AlCl_3(aq) + H_2O(l)$
 - c) $SO_2(g) + HF(g) \longrightarrow SF_4(g) + H_2O(l)$
 - d) $Mg(s) + HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
 - e) $CH_4(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$
 - f) $Cr(s) + Cl_2(g) \longrightarrow CrCl_3(s)$
- 8.5** Determinar cuáles de las ecuaciones siguientes corresponden a reacciones redox e identificar en éstas al agente oxidante (AO) y al agente reductor (AR).
- a) $Fe_2O_3 + 3Mg \longrightarrow 3MgO + 2Fe$
 - b) $2FeCl_3 + 2KI \longrightarrow 2FeCl_2 + I_2 + 2KCl$

- c) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 d) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$
 e) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3$
 f) $\text{AlCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgCl} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

8.6 Explicar por qué las reacciones siguientes no pueden ocurrir tal como están escritas:

- a) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 b) $\text{HI}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) \longrightarrow \text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$

8.7 Balancear las ecuaciones redox siguientes, correspondientes a reacciones que ocurren en solución acuosa:

- a) $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
 b) $\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \longrightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$
 c) $\text{Al}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$

8.8 Balancear las ecuaciones redox siguientes, correspondientes a reacciones que ocurren en medio ácido:

- a) $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + \text{I}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{s})$
 b) $\text{ClO}_3^{-}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{ClO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
 c) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cr}^{3+}(\text{aq})$
 d) $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 e) $\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$

8.9 Balancear las ecuaciones redox siguientes, correspondientes a reacciones que ocurren en medio ácido:

- a) $\text{Cu}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 b) $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
 c) $\text{PbO}_2(\text{s}) + \text{Pb}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

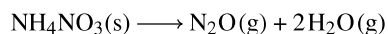
8.10 Balancear las ecuaciones redox siguientes, correspondientes a reacciones que ocurren en medio básico:

- a) $\text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 b) $\text{I}_2(\text{s}) + \text{AsO}_3^{3-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{I}^{-}(\text{aq}) + \text{AsO}_4^{3-}(\text{aq})$
 c) $\text{Br}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{BrO}_3^{-}(\text{aq}) + \text{Br}^{-}(\text{aq})$
 d) $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{OH}^{-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{ClO}_2^{-}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$
 e) $\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 f) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$

8.11 Balancear las ecuaciones redox siguientes, correspondientes a reacciones que ocurren en medio básico:

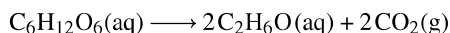
- a) $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaClO}(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 b) $\text{KClO}_3(\text{aq}) + \text{CrCl}_3(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) \longrightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{KCl}(\text{aq})$

8.12 Se prepara “gas hilarante” (N_2O) por calentamiento de 100 g de nitrato de amonio según representa la ecuación química siguiente:



- a) Calcular la masa de óxido de dinitrógeno que se obtiene;
 b) calcular la masa de agua que se obtiene.

8.13 La fermentación es un proceso de descomposición controlada que ocurre por acción de microorganismos. La glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) fermenta dando etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) y dióxido de carbono, según representa la ecuación química siguiente:



Se fermentan 50,0 g de glucosa.

- a) Calcular la cantidad de etanol que se produce;

En el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , el oxígeno exhibe estado de oxidación -1 . Y en el dióxido de cloro, ClO_2 , el estado de oxidación del cloro es $+4$.

El H_2O_2 se reduce a H_2O en medio ácido y a OH^{-} en medio básico. Como agente reductor, el H_2O_2 se oxida a O_2 .

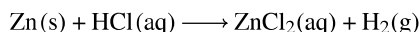
Los hidrácidos, oxoácidos y bases se disocian total o parcialmente en solución acuosa (se desarrollará el tema en la Unidad 10, Serie 11). Ej.: $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^{+}(\text{aq}) + \text{NO}_3^{-}(\text{aq})$.

b) ¿Qué volumen ocuparía el gas producido si ejerciera una presión de 1,00 atm en un recipiente previamente vacío a 25,0 °C?

8.14 Se desea que 2,00 mL de mercurio reaccionen por completo con azufre para formar sulfuro de mercurio(II), según: $8\text{Hg(l)} + \text{S}_8\text{(s)} \longrightarrow 8\text{HgS(s)}$. Calcular la masa mínima de azufre necesaria. Dato: la densidad del mercurio a temperatura ambiente es 13,6 g/mL.

8.15 Considerando la reacción de combustión completa del etano, C_2H_6 ,
a) escribir la ecuación balanceada que la representa;
b) calcular la masa de etano que reacciona cada 100 g de CO_2 que se produce;
c) calcular la cantidad de oxígeno que reacciona cada 100 g de H_2O que se produce.

8.16 Por reacción de cinc elemental con HCl(aq) 0,800 M se obtuvieron 2,50 dm³ de $\text{H}_2\text{(g)}$ medidos a 20,0 °C y 1,00 atm. La ecuación química (no balanceada) que representa a la reacción es:



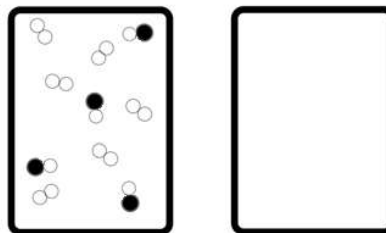
a) Calcular la masa de cinc que reaccionó.
b) Calcular el volumen de HCl(aq) necesario para que reaccione la masa de cinc calculada en el ítem anterior.

8.17 Se hizo reaccionar cloro con hidróxido de sodio, obteniéndose 2,50 g de agua, según:



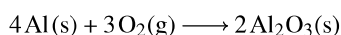
a) calcular la cantidad de aniones cloruro obtenidos;
b) ¿de qué tipo de reacción se trata?;
c) calcular el volumen ocupado por el cloro que reaccionó, medido a 300 K y 1 atm.

8.18 El esquema de la izquierda representa una porción nanoscópica de un recipiente que contiene oxígeno (O_2) y monóxido de carbono (CO), quienes al reaccionar por completo producen dióxido de carbono (CO_2).



a) Escribir la ecuación balanceada que representa a la reacción descripta.
b) Indicar cuál es el reactivo limitante.
c) Dibujar en el esquema de la derecha las partículas que representan el estado final del sistema.

8.19 El aluminio en contacto con el oxígeno del aire se oxida fácilmente recubriéndose de una película dura y transparente de óxido de aluminio. Ésta lo protege de una oxidación posterior. La ecuación que representa la reacción es:



Determinar cuál es el reactivo limitante si se ponen a reaccionar:

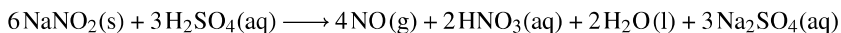
a) 21,6 g de aluminio con 21,6 g de oxígeno.
b) 21,6 g de aluminio con 0,600 mol de oxígeno.
c) 21,6 g de aluminio con 16,0 g de oxígeno.

- 8.20** Al mezclar 80,0 g de cobre con 1,50 dm³ de solución de ácido nítrico 4,00 M, se produjo la reacción siguiente:

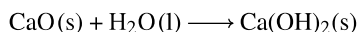


Calcular:

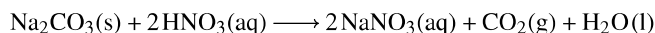
- el volumen de NO₂(g) obtenido, medido a una temperatura de 37,0 °C y una presión de 2,00 atm;
 - la masa que quedó sin reaccionar del reactivo en exceso.
- 8.21** El ácido nítrico puede obtenerse, a escala de laboratorio, por reacción de nitritos en presencia de ácido sulfúrico. Al mezclar 100 g de una muestra de nitrito de sodio (90,0% de pureza) con exceso de ácido sulfúrico en solución acuosa 2,00 M, se produjo la reacción siguiente:



- El NO(g) obtenido se recogió en un recipiente rígido de 10,0 dm³ a 20,0 °C. Calcular la presión ejercida por dicho gas.
 - ¿Cuál es el volumen mínimo de H₂SO₄(aq) necesario para que reaccione todo el NaNO₂?
- 8.22** La “cal apagada”, Ca(OH)₂, se obtiene agregando agua a la “cal viva”, CaO. Se hacen reaccionar 28,0 g de cal viva con 18,0 g de agua, según:

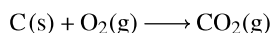


- Determinar cuál es el reactivo limitante.
 - Calcular la masa de cal apagada que puede obtenerse.
 - Si la pureza de la cal viva fuese del 90,0% y se usara la misma masa de ésta, ¿se obtendría mayor, menor o igual cantidad de hidróxido de calcio? Justificar.
- 8.23** Al mezclar 5,00 g de soda Solvay (Na₂CO₃ de 92,0% de pureza) con exceso de HNO₃ en solución acuosa, se produjo la reacción:



- Calcular la masa de impurezas en la muestra de soda Solvay;
 - calcular la cantidad de dióxido de carbono obtenido.
- 8.24** Al mezclar 20,0 g de una muestra de cinc impuro con exceso de ácido sulfúrico en solución acuosa 0,800 M, se produjo una reacción en la que se obtuvieron 5,00 dm³ de hidrógeno medidos a 22,0 °C y 1,00 atm y sulfato de cinc en solución.
- Escribir la ecuación química que representa a la reacción.
 - Calcular la pureza de la muestra de cinc.
 - Si se utilizara una muestra de cinc de pureza mayor, el volumen de hidrógeno obtenido ¿aumentaría, disminuiría o no cambiaría? Justificar.
- 8.25** Al mezclar 42,5 g de una muestra de BaCl₂ impuro con exceso de H₂SO₄(aq), se produjo una reacción en la que se obtuvieron 40,0 g de BaSO₄(s).
- Escribir la ecuación química que representa a la reacción.
 - Calcular la pureza de la muestra utilizada.
 - Calcular el volumen mínimo de solución de ácido sulfúrico 0,900 M que se necesita para que reaccione todo el cloruro de bario.

- 8.26** El *coque* es un combustible sólido con alto contenido en carbono. Al quemar 2,00 kg de coque con exceso de oxígeno, se obtuvieron 3500 L de CO₂ medidos a 27,0 °C y 1,00 atm, según:



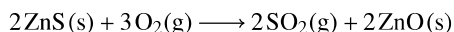
- Calcular el %m/m de carbono en el coque utilizado.
- Calcular la masa de impurezas presentes en la muestra de coque utilizada.

8.27 El etino, C_2H_2 , arde en presencia de oxígeno originando dióxido de carbono y agua.

a) Escribir la ecuación química balanceada de la reacción.

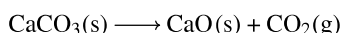
b) ¿Qué volumen de aire a $17\text{ }^\circ\text{C}$ y 750 Torr se necesita para quemar 2,00 kg de etino si la fracción molar del O_2 en el aire es 0,210?

8.28 El dióxido de azufre puede obtenerse industrialmente por tostación con aire de la *blenda*, un mineral que contiene 74,0% de sulfuro de cinc. La reacción que ocurre es:



Calcular la masa de mineral necesaria para obtener 500 kg de $SO_2(g)$.

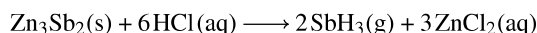
8.29 La *piedra caliza* es un mineral rico en $CaCO_3$. Éste se descompone por acción del calor para obtener cal viva (CaO) según:



a) Calcular la masa de piedra caliza de 80,0% de pureza en $CaCO_3$ que se necesita para preparar 3,00 kg de cal viva.

b) El CO_2 que se produce en a) se recoge en un recipiente de 300 dm^3 a $25,0\text{ }^\circ\text{C}$. Calcular la presión que ejerce el gas en el recipiente.

8.30 El estibano, $SbH_3(g)$, se emplea en tecnología de semiconductores y una de sus formas de obtención es a través de la reacción:



Se hicieron reaccionar 17,0 kg de Zn_3Sb_2 y exceso de ácido clorhídrico, con un rendimiento del 14,0%. Calcular la masa de estibano obtenida.

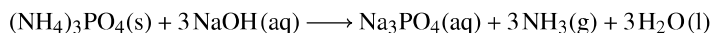
8.31 En las pilas alcalinas, el polo negativo es una pasta de zinc en polvo mezclado con KOH , mientras que el polo positivo es carbono (grafito) comprimido con MnO_2 . La reacción global que ocurre es la siguiente:



a) Si reaccionan 5,00 g de MnO_2 y el rendimiento de la reacción es del 93,0%, determinar la masa de ZnO que se obtiene.

b) ¿Cuál es el agente oxidante y cuál es el cambio producido en el estado de oxidación del elemento que se reduce?

8.32 Al mezclar $5,00\text{ dm}^3$ de solución de hidróxido de sodio 2,00 M con 430 g de una muestra de fosfato de amonio (pureza 80,0%), se produjo la reacción:



Si el rendimiento fue del 75,0%, calcular el volumen ocupado por el $NH_3(g)$ obtenido, medido a una temperatura de $20,0\text{ }^\circ\text{C}$ y una presión de 1,50 atm.

8.33 El titanio es un metal liviano y resistente a la corrosión. Se obtiene por reacción de su cloruro con magnesio fundido a altas temperaturas:

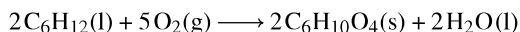


La reacción de 200 kg de $TiCl_4$ con exceso de magnesio produjo 40,9 kg de titanio.

a) Calcular el rendimiento de la reacción.

b) ¿Qué cantidad de $MgCl_2$ se obtuvo?

8.34 El ácido adípico ($C_6H_{10}O_4$) se utiliza en la producción de nailon. Industrialmente, el ácido se obtiene por oxidación del ciclohexano (C_6H_{12}), según:



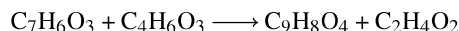
De una muestra de 20,0 kg de ciclohexano (95,0% de pureza) y oxígeno en exceso se obtuvieron 30,7 kg de ácido adípico. Calcular el rendimiento de la reacción.

- 8.35** El óxido de sodio se obtiene preferiblemente por reacción del nitrito de sodio con el metal, según:



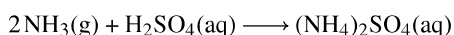
Calcular la masa de sodio elemental necesaria para producir 500 g de óxido, si el rendimiento fuese del 90,0%.

- 8.36** La aspirina ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) se produce por reacción del ácido salicílico ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$) con anhídrido acético ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$):



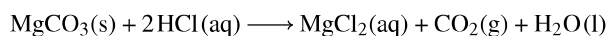
Se desea producir 1,00 kg de aspirina. Calcular la masa de ácido salicílico necesaria si el rendimiento fuese del: a) 100%; b) 80,0%.

- 8.37** El $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ es un compuesto que se utiliza en fertilizantes comerciales. Se obtiene a partir de amoníaco y ácido sulfúrico, según:



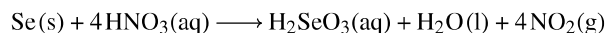
El rendimiento de la reacción es del 93,0%. Si se desean producir 100 g de sal disuelta, ¿qué volumen de $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 3,50 M será necesario?

- 8.38** Al mezclar 15,0 g de una muestra de MgCO_3 impuro con exceso de $\text{HCl}(\text{aq})$, se produjo la reacción:



El dióxido de carbono obtenido se recogió en un recipiente rígido de 10,0 dm³ a 22,0 °C, ejerciendo una presión de 0,400 atm.

- ¿Cuál era la pureza de la oxosal?
 - Calcular el volumen de una solución 2,00 M del ácido que se necesitaría como mínimo para que reaccione todo el MgCO_3 .
 - Si el rendimiento de la reacción fuese del 85,0% sin modificar el resto de las condiciones, la presión ejercida por el CO_2 sería: ¿mayor, menor o igual a 0,400 atm? Justificar.
- 8.39** El aluminio en polvo reacciona con $\text{HCl}(\text{aq})$ dando como productos AlCl_3 disuelto e H_2 gaseoso. Luego de mezclar 90,0 g de una muestra de aluminio (90,0% de pureza) con 5,00 dm³ de solución de HCl 2,00 M, se obtuvieron 55,0 dm³ de $\text{H}_2(\text{g})$ medidos a 25 °C y 1,60 atm.
- Escribir la ecuación química balanceada.
 - Seleccionar en cada ítem la respuesta que se considere correcta:
 - El rendimiento de la reacción fue: i) 40,0%; ii) 72,0%; iii) 75,0%; iv) 80,0%; v) ninguna de las anteriores es correcta.
 - La masa de AlCl_3 formada fue: i) 400 g; ii) 320 g; iii) 267 g; iv) 160 g; v) ninguna de las anteriores es correcta.
 - Quedaron sin reaccionar: i) 146 g de HCl ; ii) 73,0 g de HCl ; iii) 9,00 g de Al ; iv) 36,5 g de HCl ; v) ninguna de las anteriores es correcta.
- 8.40** Se hacen reaccionar 44,5 g de una muestra de selenio en polvo que contiene 4,45 g de impurezas inertes, con 2000 cm³ de solución acuosa de HNO_3 2,00 M. El rendimiento de la reacción representada a continuación es del 60,0%:



- Calcular la cantidad que reacciona de cada reactivo.
- Calcular la cantidad de gas que se obtiene y qué presión ejercerá si se lo recoge en un recipiente de 85,0 L a 30,0 °C.
- Si se utilizan 3,00 L de $\text{HNO}_3(\text{aq})$ 2,00 M, la cantidad de NO_2 obtenida ¿será mayor, menor o igual? Justificar.
- Si se desearan obtener 10,0 mol de gas con un rendimiento del 100% con solución suficiente de HNO_3 y la misma pureza de Se , ¿qué masa de muestra de selenio impuro se deberá emplear?

■ 3. Respuestas seleccionadas

- 8.1:** Cambios químicos: b) y d).
- 8.2:** a) $2\text{K(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{H}_2\text{(g)} + 2\text{KOH(aq)}$;
 b) $\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2\text{NaOH(aq)}$;
 c) $4\text{HF(aq)} + \text{SiO}_2\text{(s)} \longrightarrow \text{SiF}_4\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$.
- 8.3:** $\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)} + 5\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 3\text{CO}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O(g)}$;
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{(g)} + 9\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 6\text{CO}_2\text{(g)} + 6\text{H}_2\text{O(g)}$
- 8.4:** a) $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$;
 b) $\text{Al(OH)}_3\text{(s)} + 3\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{AlCl}_3\text{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O(l)}$;
 c) $\text{SO}_2\text{(g)} + 4\text{HF(g)} \longrightarrow \text{SF}_4\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$;
 d) $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$;
 e) $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$;
 f) $2\text{Cr(s)} + 3\text{Cl}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{CrCl}_3\text{(s)}$.
- 8.5:** a) AO: Fe_2O_3 , AR: Mg; b) , AO: FeCl_3 , AR: KI; c) , AO: MnO_2 , AR: HCl.
- 8.6:** a) 2 reducciones, ninguna oxidación; b) 2 oxidaciones, ninguna reducción.
- 8.7:** a) $\text{Sn}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} \longrightarrow \text{Sn}^{4+}\text{(aq)} + 2\text{Fe}^{2+}\text{(aq)}$
 b) $2\text{Ag}^+\text{(aq)} + \text{Cu(s)} \longrightarrow 2\text{Ag(s)} + \text{Cu}^{2+}\text{(aq)}$
 c) $2\text{Al(s)} + 3\text{Cu}^{2+}\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{Al}^{3+}\text{(aq)} + 3\text{Cu(s)}$.
- 8.8:** a) $2\text{MnO}_4^-\text{(aq)} + 10\text{I}^-\text{(aq)} + 16\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + 5\text{I}_2\text{(s)} + 8\text{H}_2\text{O(l)}$;
 b) $2\text{ClO}_3^-\text{(aq)} + 2\text{Cl}^-\text{(aq)} + 4\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{ClO}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$;
 c) $6\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}\text{(aq)} + 14\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + 2\text{Cr}^{3+}\text{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O(l)}$;
 d) $\text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} + 2\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{H}^+\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$;
 e) $2\text{Ce}^{4+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{Ce}^{3+}\text{(aq)} + \text{O}_2\text{(g)} + 2\text{H}^+\text{(aq)}$.
- 8.9:** a) $3\text{Cu(s)} + 8\text{HNO}_3\text{(aq)} \longrightarrow 3\text{Cu(NO}_3)_2\text{(aq)} + 2\text{NO(g)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$;
 b) $\text{MnO}_2\text{(s)} + 4\text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MnCl}_2\text{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$;
 c) $\text{PbO}_2\text{(s)} + \text{Pb(s)} + 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{PbSO}_4\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$.
- 8.10:** a) $2\text{MnO}_4^-\text{(aq)} + 3\text{SO}_3^{2-}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow 2\text{MnO}_2\text{(s)} + 3\text{SO}_4^{2-}\text{(aq)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)}$;
 b) $\text{I}_2\text{(s)} + \text{AsO}_3^{3-}\text{(aq)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{I}^-\text{(aq)} + \text{AsO}_4^{3-}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$;
 c) $3\text{Br}_2\text{(aq)} + 6\text{OH}^-\text{(aq)} \longrightarrow \text{BrO}_3^-\text{(aq)} + 5\text{Br}^-\text{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O(l)}$;
 d) $2\text{Cl}_2\text{(g)} + 4\text{OH}^-\text{(aq)} \longrightarrow \text{ClO}_2^-\text{(aq)} + 3\text{Cl}^-\text{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$;
 e) $\text{Mn}^{2+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)} \longrightarrow \text{MnO}_2\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$;
 f) $2\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+}\text{(aq)} + \text{O}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$.
- 8.11:** a) $\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{NaOH(aq)} \longrightarrow \text{NaClO(aq)} + \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$;
 b) $\text{KClO}_3\text{(aq)} + 2\text{CrCl}_3\text{(aq)} + 10\text{KOH(aq)} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4\text{(aq)} + 7\text{KCl(aq)} + 5\text{H}_2\text{O(l)}$.
- 8.12:** a) 55,0 g; b) 45,0 g.
- 8.13:** a) 0,555 mol; b) 13,6 dm³.
- 8.14:** 4,35 g.
- 8.15:** a) $\text{C}_2\text{H}_6 + \frac{7}{2}\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; b) 34,2 g; c) 6,48 mol.
- 8.16:** a) 6,79 g; b) 260 cm³.
- 8.17:** a) 139 mmol. b) redox (desproporción o dismutación). c) 3,42 dm³.
- 8.18:** a) $\text{CO(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$; b) CO; c) contendrá 4 moléculas de CO₂ y 4 moléculas de O₂.
- 8.19:** a) aluminio; b) ninguno; c) oxígeno.
- 8.20:** a) 32,0 dm³; b) HNO₃, 61,0 g.
- 8.21:** a) 2,09 atm. b) 326 cm³.
- 8.22:** a) CaO. b) 37,0 g.
- 8.23:** a) 400 mg. b) $4,34 \times 10^{-2}$ mol.
- 8.24:** a) $\text{Zn(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{ZnSO}_4\text{(aq)}$. b) 67,5 %. c) aumentaría.
- 8.25:** a) $\text{BaCl}_2\text{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4\text{(aq)} \longrightarrow \text{BaSO}_4\text{(s)} + 2\text{HCl(aq)}$; b) 84,0 %; c) 190 cm³.
- 8.26:** a) 85,3 %; b) 295 g.
- 8.27:** a) $\text{C}_2\text{H}_2\text{(g)} + \frac{5}{2}\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$; b) $2,21 \times 10^4$ L.
- 8.28:** $1,03 \times 10^3$ kg.
- 8.29:** a) 6,70 kg; b) 4,37 atm.
- 8.30:** 1,35 kg.

8.31: a) 2,18 g. b) MnO_2 ; Mn: +4 a +3.

8.32: $83,3 \text{ dm}^3$.

8.33: a) 81,0%; b) $1,71 \times 10^3 \text{ mol}$.

8.34: 93,0%.

8.35: 309 g.

8.36: a) 767 g; b) 958 g.

8.37: 232 cm^3 .

8.38: a) 92,8%. b) 165 cm^3 . c) menor.

8.39: a) $2\text{Al(s)} + 6\text{HCl(aq)} \longrightarrow 2\text{AlCl}_3\text{(aq)} + 3\text{H}_2\text{(g)}$; b) 1) iv), 2) ii), 3) iv).

8.40: a) Se: 0,507 mol, HNO_3 : 2,03 mol; b) NO_2 : 1,22 mol, $p = 0,357 \text{ atm}$; c) la misma, porque habrá más cantidad del HNO_3 que ya era el reactivo en exceso; d) 219 g.