

FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA(mecánicos)-Septiembre-2019-Original

Problema (3,5 puntos)

Cuando se hacen reaccionar 200 g de una aleación conteniendo cobre (25,5 %) con 180 mL de una disolución de ácido nítrico (70 % en masa y densidad 1,41 g/mL), se obtienen como productos de reacción óxido de nitrógeno (II), nitrato de cobre (II) y agua, con un rendimiento del 90 %.

- Ajustar la reacción que tiene lugar empleando el método del ion-electrón. Indicar cuál es el agente oxidante y el agente reductor, así como los estados de oxidación de las especies oxidadas y reducidas. (1,75 puntos)
- Calcular los gramos de nitrato cúprico que se obtienen. Si el óxido de nitrógeno (II) se recoge sobre agua a 293 K y 1 atm, calcular el volumen recogido. (1,75 puntos)
Datos: masas atómicas Cu=63,5; N=14 ;H=1; O=16. R= 0,082 atm.L/mol.K; presión de vapor H₂O (293 K)= 17,5 mm Hg

Cuestiones (1 punto cada una)

- Justifique su respuesta:
 - ¿Cuántos carbonos quirales presenta la molécula 1-bromo-2-clorociclohexano?
 - ¿Cuáles son los productos resultantes de reaccionar 2-propanol con ácido etanoico? ¿De qué tipo de reacción se trata?
 - ¿Presenta el compuesto Cl-CH₂-CH₂-CH=CH-CH₃ isomería geométrica?
- Justifique si alguna de las siguientes afirmaciones relativas al procedimiento Siemens-Martin para la producción de acero es falsa:
 - el silicio se elimina en forma de silicatos.
 - no resulta apropiado para fundiciones ricas en fósforo ya que el fósforo no puede eliminarse.
 - el manganeso se elimina en forma de MnO₂.
 - los tiempos de realización del proceso oscilan entre 30 minutos y 1 hora.
- Formule las siguientes especies e indique, de acuerdo con la teoría de Brönsted y Lowry, si pueden actuar como ácidos, como bases o como ambas cosas: a) ion carbonato; b) ion hidrogenocarbonato o bicarbonato; c) ion sulfuro; d) ion amonio e) ion hidrogenosulfuro o bisulfuro; f) ion hidrogenosulfato o bisulfato
- Se introducen pesos iguales de nitrógeno y oxígeno en contenedores separados de igual volumen a la misma temperatura. Razone si para ambos recipientes el número de moléculas será el mismo o distinto. Por último, razone si ambos recipientes tendrán la misma presión. *Datos: masas atómicas N= 14; O= 16.*
- Calcular los gramos de cromato de plata que se disolverán en 1 L de una disolución que es 0,010 M en iones plata. *Datos: Kps(cromato de plata)= 1,9.10⁻¹² ; masas atómicas Ag= 107,9; Cr= 52; O= 16.*

Tema (1,5 puntos)

Olefinas de mayor interés industrial.

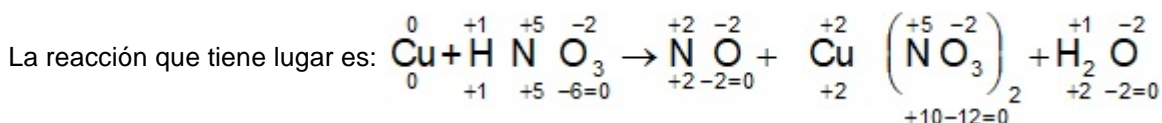
SOLUCIONES

Problema (3,5 puntos)

Cuando se hacen reaccionar 200 g de una aleación conteniendo cobre (25,5 %) con 180 mL de una disolución de ácido nítrico (70 % en masa y densidad 1,41 g/mL), se obtienen como productos de reacción óxido de nitrógeno (II), nitrato de cobre (II) y agua, con un rendimiento del 90 %.

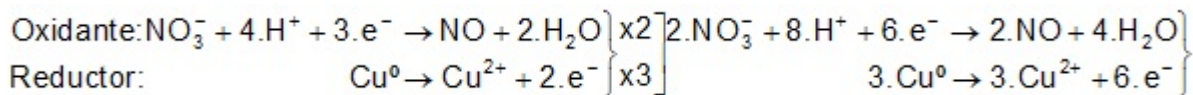
- Ajustar la reacción que tiene lugar empleando el método del ion-electrón. Indicar cuál es el agente oxidante y el agente reductor, así como los estados de oxidación de las especies oxidadas y reducidas. (1,75 puntos)
- Calcular los gramos de nitrato cúprico que se obtienen. Si el óxido de nitrógeno (II) se recoge sobre agua a 293 K y 1 atm, calcular el volumen recogido. (1,75 puntos)
Datos: masas atómicas Cu=63,5; N=14 ;H=1; O=16. R= 0,082 atm.L/mol.K; presión de vapor H₂O (293 K)= 17,5 mm Hg

RESOLUCIÓN



El agente oxidante es el NO₃⁻ (en él el N pasa de +5 a +2, ganando 3 electrones

El agente reductor el el Cu (pasa de 0 a +2, cediendo 2 electrones).



Y la reacción iónica total es: $3.\text{Cu}^0 + 2.\text{NO}_3^- + 8.\text{H}^+ \rightarrow 3.\text{Cu}^{2+} + \text{NO} + 4.\text{H}_2\text{O}$

Y la reacción completa: $3.\text{Cu}^0 + 8.\text{HNO}_3 \rightarrow 3.\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + 4.\text{H}_2\text{O}$

b) Para calcular las cantidades de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y de NO , tenemos que tener en cuenta la estequiometría de la reacción completa, en la cual hemos de hacer los cálculos con las cantidades de los reactivos y productos puros, por lo que hemos de calcularlos antes:

- Cu^0 : 200 g de una aleación con el 25,5% de Cu : $g_{\text{Cu}} = 200 \cdot 0,255 = 51$ g de Cu puro

- HNO_3 : 180 mL (del 70% de riqueza y $d=1,41$ g/mL): $g_{\text{HNO}_3} = 180 \cdot 1,41 = 253,8$ g HNO_3 del 70% :
 $g_{\text{HNO}_3} = 253,8 \cdot 0,70 = 177,66$ g HNO_3 puro

Y estas son las cantidades que hemos de utilizar para los cálculos estequiométricos, a saber:

$3.\text{Cu}^0 +$	$8.\text{HNO}_3$	\rightarrow	$3.\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 +$	$\text{NO} +$	$4.\text{H}_2\text{O}$
3.63,5	8.63		3.187,5	2.30	4.18
51	x		y	z	

Al disponer de las cantidades de los dos reactivos (51 g de Cu^0 y 177,66 g de HNO_3), uno de ellos será el reactivo limitante, que se agotará por completo al terminar la reacción; en este caso vamos a suponer que es el Cu^0 , y para comprobarlo, determinamos la cantidad de HNO_3 que reaccionará, que

es: $x = \frac{8.63 \cdot 51}{3.63,5} = 134,93$ g de HNO_3 se gastarán, como había 177,66 g sobra algo de este reactivo

Una vez determinado que el reactivo limitante es el Cu , realizamos los demás cálculos:

- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$: $y = \frac{3.187,5 \cdot 51}{3.63,5} = 150,59$ g de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ con $R=100\%$, pero como nos indican que el

rendimiento es solamente del 90%: $g_{\text{Cu}(\text{NO}_3)_2} = 150,59 \cdot 0,90 = \mathbf{135,53}$ g reales obtenidos

- NO : $z = \frac{2.30 \cdot 51}{3.63,5} = 16,06$ g de NO con $R=100\%$, pero como nos indican que el rendimiento es

solamente del 90%: $g_{\text{NO}} = 16,06 \cdot 0,90 = \mathbf{14,46}$ g reales de NO obtenidos. Para determinar el volumen que ocupa esta cantidad de gas a 1 atm, recogido sobre agua, hemos de tener en cuenta que la presión real del gas será la total menos la presión de vapor del agua, a saber: $P_{\text{NO}} = 760 - 17,5 = 742,5$ mm Hg. Con este dato y la ecuación general de los gases,

calculamos su volumen: $\frac{742,5}{760} \cdot V = \frac{14,46}{30} \cdot 0,082.293$; $V_{\text{NO}} = \mathbf{11,85}$ L

Cuestiones (1 punto cada una)

1. Justifique su respuesta:

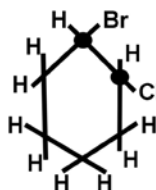
a) ¿Cuántos carbonos quirales presenta la molécula 1-bromo-2-clorociclohexano?

b) ¿Cuáles son los productos resultantes de reaccionar 2-propanol con ácido etanoico? ¿De qué tipo de reacción se trata?

c) ¿Presenta el compuesto $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ isomería geométrica?

RESOLUCIÓN

a) ¿Cuántos carbonos quirales presenta la molécula 1-bromo-2-clorociclohexano?

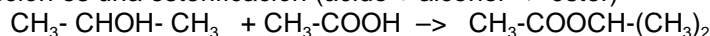


Los carbonos quirales son aquellos cuyos 4 enlaces van unidos a radicales diferentes. En este caso hay 2, los números 1 (H, Br y los dos del ciclo, que no es simétrico) y 2 (H, Cl y los dos del ciclo, que no es simétrico).

b) ¿Cuáles son los productos resultantes de reaccionar 2-propanol con ácido etanoico? ¿De qué tipo

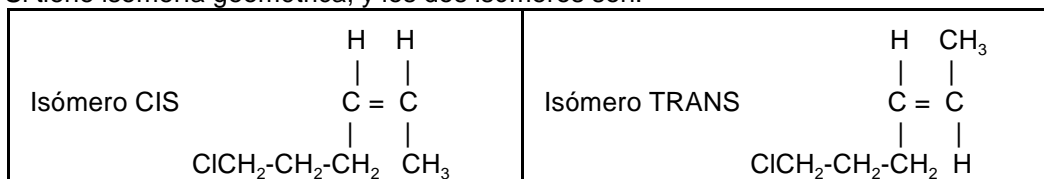
de reacción se trata?

La reacción es una esterificación (ácido + alcohol → éster)



c) ¿Presenta el compuesto $\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$ isomería geométrica?

Si tiene isomería geométrica, y los dos isómeros son:



2. Justifique si alguna de las siguientes afirmaciones relativas al procedimiento Siemens-Martin para la producción de acero es falsa:

- el silicio se elimina en forma de silicatos.
- no resulta apropiado para fundiciones ricas en fósforo ya que el fósforo no puede eliminarse.
- el manganeso se elimina en forma de MnO_2 .
- los tiempos de realización del proceso oscilan entre 30 minutos y 1 hora.

RESOLUCIÓN

(Ver pág 475 y sig. Del texto recomendado)

a) el silicio se elimina en forma de silicatos.

Dependiendo del recubrimiento del horno. Si es básico, se elimina en forma de Silicato de Calcio, pero si es ácido, se elimina en forma de SiO_2

b) no resulta apropiado para fundiciones ricas en fósforo ya que el fósforo no puede eliminarse.

Si el revestimiento es básico, sí puede eliminarse el fósforo, por lo que sí podría utilizarse para eliminar el fósforo

c) el manganeso se elimina en forma de MnO_2 .

El Manganeso se elimina en forma de MnO , al reducir al FeO : $\text{Mn} + \text{FeO} \rightarrow \text{MnO} + \text{Fe}$

d) los tiempos de realización del proceso oscilan entre 30 minutos y 1 hora.

El proceso Siemens-Martin dura unas 8 horas, por lo que esa afirmación es falsa.

3. Formule las siguientes especies e indique, de acuerdo con la teoría de Brönsted y Lowry, si pueden actuar como ácidos, como bases o como ambas cosas: a) ion carbonato; b) ion hidrogenocarbonato o bicarbonato; c) ion sulfuro; d) ion amonio e) ion hidrogenosulfuro o bisulfuro; f) ion hidrogenosulfato o bisulfato

RESOLUCIÓN

a) Ion carbonato: CO_3^{2-} : Base, pues puede aceptar un protón: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$

b) Ion hidrogenocarbonato o bicarbonato: HCO_3^- . Puede actuar como ácido o como base:

- Base, pues puede aceptar un protón: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

- Ácido, pues puede ceder un protón: $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$

c) Ion sulfuro: S^{2-} : Base, pues puede aceptar un protón: $\text{S}^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HS}^-$

d) Ion amonio: NH_4^+ : Ácido, pues puede ceder un protón: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$

e) Ion hidrogenosulfuro o bisulfuro: HS^- : Puede actuar como ácido o como base:

- Base, pues puede aceptar un protón: $\text{HS}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}$

- Ácido, pues puede ceder un protón: $\text{HS}^- \rightarrow \text{S}^{2-} + \text{H}^+$

f) Ion hidrogenosulfato o bisulfato: HSO_4^- . Puede actuar como ácido o como base:

- Base, pues puede aceptar un protón: $\text{HSO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

- Ácido, pues puede ceder un protón: $\text{HSO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$

4. Se introducen pesos iguales de nitrógeno y oxígeno en contenedores separados de igual volumen a la misma temperatura. Razone si para ambos recipientes el número de moléculas será el mismo o distinto. Por último, razone si ambos recipientes tendrán la misma presión. Datos: masas atómicas $N= 14$; $O= 16$.

RESOLUCIÓN

El nº de moles, y por tanto el de moléculas contenidos en una determinada cantidad de materia, depende del peso molecular de las sustancias: $N^{\circ} \text{ moles} = \frac{\text{gramos}}{P_m}$. El nº de moléculas se determina teniendo en cuenta que 1 mol de cualquier sustancia contiene $6,023 \cdot 10^{23}$ moléculas
Para las dos cantidades que nos dan, estos serían:

- Nitrógeno: N_2 $P_m = 2 \cdot 14 = 28$; $N^{\circ} \text{ moles de } N_2 = \frac{C}{28}$; $N^{\circ} \text{ moléculas de } N_2 = \frac{C}{28} \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$

- Oxígeno: O_2 $P_m = 2 \cdot 16 = 32$; $N^{\circ} \text{ moles de } O_2 = \frac{C}{32}$; $N^{\circ} \text{ moléculas de } O_2 = \frac{C}{32} \cdot 6,023 \cdot 10^{23}$

Por tanto, comparando ambas cantidades; **$N^{\circ} \text{ moléculas } N_2 > N^{\circ} \text{ moléculas } O_2$**

La presión del recipiente se determina mediante la ecuación general de los gases, a saber: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, donde V, R y T son las mismas para ambos gases, por lo que la presión será proporcional al número de moles de cada uno, es decir, será mayor en el caso del Nitrógeno, pues contiene mayor número de moles que el Oxígeno.

5. Calcular los gramos de cromato de plata que se disolverán en 1 L de una disolución que es 0,010 M en iones plata. Datos: $K_{ps}(\text{cromato de plata}) = 1,9 \cdot 10^{-12}$; masas atómicas $Ag = 107,9$; $Cr = 52$; $O = 16$.

RESOLUCIÓN

La cantidad de cromato que se disolverá viene determinada por su producto de solubilidad:



Puesto que nos indican la concentración de iones Ag^+ en la disolución, la concentración de iones CrO_4^{2-} será la necesaria para que se cumpla su Producto de solubilidad, es decir:

$$1,9 \cdot 10^{-12} = (0,010)^2 \cdot [CrO_4^{2-}]; [CrO_4^{2-}] = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ Molar.}$$

Dado que en la disociación del cromato de plata ($P_m = 330$) por cada molécula del mismo que se disocia se produce un ion cromato, si en la disolución hay $1,9 \cdot 10^{-8}$ Moles/L, en el volumen indicado (1 litro) se habrá disuelto (y disociado) ese mismo número de moles, que expresado en g serían:

$$g \text{ de } Ag_2CrO_4 = 1,9 \cdot 10^{-8} \cdot 330 = \mathbf{6,27 \cdot 10^{-6} \text{ g disueltos de } Ag_2CrO_4}$$

Tema (1,5 puntos)

Olefinas de mayor interés industrial.

Ver pág 587 y siguientes del texto recomendado (QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M.J., Gómez, M.R., Molero, M. y Sardá, J. Ed. UNED, 1ª ed. (2004))
