

SETEMBRO 2010

QUÍMICA

Calificación: El alumno elegirá UNA de las dos opciones. Cada pregunta se calificará con 2 puntos.

OPCIÓN A

1. **Razone** qué tipo de pH (ácido, neutro el básico) presentarán las siguientes disoluciones acuosas de:
 - 1.1. Acetato de sodio [etanoato de sodio]
 - 1.2. Nitrato de amonio.
2. Indique **razonadamente**:
 - 2.1. Para el par de átomos: sodio y magnesio, cuál posee mayor potencial de ionización.
 - 2.2. Para el par de átomos: yodo y cloro, cuál posee mayor afinidad electrónica.
3. Una muestra de 20,0 g de una aleación que contiene un 70,0 % de cinc se trata con una cantidad suficiente de una disolución de ácido sulfúrico de riqueza 92,1 % en masa y densidad $1,82 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Como resultado de la reacción se producen sulfato de cinc e hidrógeno. Calcule:
 - 3.1. Los gramos de sulfato de cinc obtenidos.
 - 3.2. El volumen de la disolución de ácido sulfúrico necesario para que reaccione todo el cinc.
4. A 670 K, un recipiente de 2 L contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de 0,003 moles de hidrógeno, 0,003 moles de yodo y 0,024 moles de yoduro de hidrógeno, según la reacción: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$. En estas condiciones, calcule:
 - 4.1. El valor de K_c y K_p .
 - 4.2. La presión total en el recipiente y las presiones parciales de los gases en la mezcla.
5. Se construye una pila con las siguientes semiceldas Cu^{2+}/Cu y Al^{3+}/Al , cuyos potenciales estándar de reducción son +0,34 V y -1,66 V, respectivamente.
 - 5.1. Escriba las reacciones que ocurren en cada electrodo y la reacción global de la pila.
 - 5.2. Haga un esquema de la pila indicando todos los elementos necesarios para su funcionamiento y el sentido en el que circulan los electrones.

OPCIÓN B

1. 1.1. Formule y nombre, según corresponda, los siguientes compuestos:
2-metilpropanal; dimetiléter; $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3$; $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$
1.2. Justifique si alguno de ellos presenta isomería óptica, señalando el carbono asimétrico.
2. Considere el equilibrio: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$; $\Delta H = -46 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Razone qué le ocurre al equilibrio si:
 - 2.1. Se añade hidrógeno.
 - 2.2. Se aumenta la temperatura.
 - 2.3. Se aumenta la presión disminuyendo el volumen.
 - 2.4. Se extrae nitrógeno.
3. 3.1. Ajuste la siguiente reacción por el método del ion electrón:
 $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{KCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
3.2. Calcule los gramos de permanganato de potasio necesarios para obtener 200 g de sulfato de manganeso(II), si el rendimiento de la reacción es del 65,0 %.
4. El producto de solubilidad del yoduro de plata es $8,3\cdot 10^{-17}$. Calcule:
 - 4.1. La solubilidad del yoduro de plata expresada en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.
 - 4.2. La masa de yoduro de sodio que se debe añadir la 100 mL de disolución 0,005 M de nitrato de plata para iniciar la precipitación del yoduro de plata.
5. 5.1. Para la valoración de 10,0 mL de disolución de hidróxido de sodio se realizaron tres experiencias en las que los volúmenes gastados de una disolución de HCl 0,1 M fueron de 9,8; 9,7 y 9,9 mL, respectivamente, ¿qué concentración tiene la disolución de la base?
5.2. Indique el procedimiento seguido y describa el material utilizado en dicha valoración.

Soluciones

OPCIÓN A

1. Razona qué tipo de pH (ácido, neutro o básico) presentarán las siguientes disoluciones acuosas de:
- Acetato de sodio [etanoato de sodio].
 - Nitrato de amonio.

(P.A.U. Sep. 10)

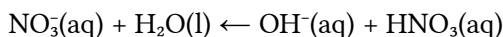
Solución:

El nitrato de amonio tendrá carácter ácido.

Al disolverse el nitrato de amonio, (compuesto iónico), sus iones se solvatarán y separarán.

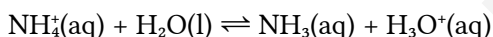


El ion nitrato proviene de un ácido fuerte (el ácido nítrico), y el posible equilibrio



está totalmente desplazado hacia la izquierda. No se hidroliza.

Pero el ion amonio proviene de una base débil (el amoníaco), y se hidroliza.



Este equilibrio produce exceso de iones oxonio, lo que confiere a la disolución un carácter ácido.

El acetato de sodio tendrá carácter básico.

Al disolverse el acetato de sodio, (compuesto iónico), sus iones se solvatarán y separarán

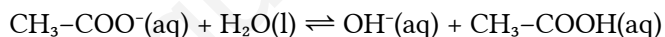


El ion sodio proviene de una base fuerte (el hidróxido de sodio), y el posible equilibrio.



está totalmente desplazado hacia la izquierda. No se hidroliza.

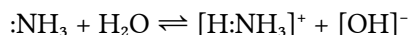
Pero el ion acetato proviene de un ácido débil (el ácido acético), y se hidroliza



Este equilibrio produce exceso de iones hidróxido, lo que da a la disolución un carácter básico.

¿Por qué el ácido nítrico es fuerte, mientras el ácido acético es débil? Los hidrógenos de los ácidos están unidos a los oxígenos mediante un enlace covalente O-H, polarizado $\text{O}^{\delta-} \leftarrow \text{H}^{\delta+}$. Los otros oxígenos unidos al átomo central (en el caso del ácido nítrico) ejercen un efecto inductivo que debilita el enlace OH, haciendo que rompa más fácilmente, y la disociación es prácticamente completa mientras que en el caso del ácido acético es mucho más débil, puesto que solo tiene un oxígeno más, y su efecto inductivo se reparte entre los dos carbonos.

¿Por qué el hidróxido de sodio es una base fuerte, mientras que el amoníaco es una base débil? El hidróxido de sodio es un compuesto iónico, que, al disolverse en agua, libera iones hidróxido, que, en disolución acuosa, es la base más fuerte. El amoníaco es un compuesto con un par de electrones no enlazantes sobre el nitrógeno, que compite con el agua por los átomos de hidrógeno: solo una pequeña parte de las moléculas de amoníaco consiguen captar este hidrógeno:



2. Indica razonadamente:

- Para el par de átomos: sodio y magnesio, cuál posee mayor potencial de ionización.
- Para el par de átomos: yodo y cloro, cuál posee mayor afinidad electrónica.

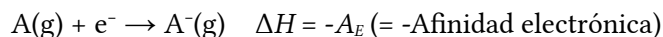
(P.A.U. Sep. 10)

Solución:

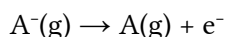
a) La primera energía de ionización es la energía mínima necesaria para arrancar un mol de electrones a un mol de átomos en fase gaseosa y en estado fundamental para dar iones monopositivos gaseosos. Será más fácil arrancar un electrón a un átomo cuando el ion formado adquiere la configuración electrónica de un gas noble. Por eso el sodio es el que posee la menor primera energía de ionización y menor potencial de ionización.



b) La afinidad electrónica es la energía que se desprende cuando un mol de átomos en fase gaseosa y en estado fundamental captan un mol de electrones para dar iones mononegativos gaseosos. Es tanto mayor cuanto más próxima a la estructura electrónica de gas noble sea la estructura electrónica del átomo. En ese sentido ambos átomos están en el mismo grupo. La diferencia habrá que explicarla en función de su radio atómico (o iónico). El proceso relacionado con la afinidad electrónica es:



Y si pensamos en el proceso contrario,



se puede ver que es mucho más fácil arrancarle un electrón a un ion cuanto mayor sea su radio, puesto que el electrón se encuentra más alejado del núcleo positivo. Se podría decir que el ion yoduro tiene mayor tendencia a perder su electrón que el ion cloruro. Volviendo al proceso de captura de un electrón, el cloro es más electronegativo porque tiene mayor tendencia a aceptar un electrón.

3. Una muestra de 20,0 g de una aleación que contiene un 70,0 % de cinc se trata con una cantidad suficiente de una disolución de ácido sulfúrico de riqueza 92,1 % en masa y densidad 1,82 g·mL⁻¹. Como resultado de la reacción se producen sulfato de cinc e hidrógeno. Calcula:

a) Los gramos de sulfato de cinc obtenidos.

b) El volumen de la disolución de ácido sulfúrico necesario para que reaccione todo el cinc.

(P.A.U. Sep. 10)

Rta.: a) $m = 34,6 \text{ g ZnSO}_4$; b) $V = 12,5 \text{ cm}^3 \text{ D H}_2\text{SO}_4$.

Datos

Masa de la aleación

Contenido en cinc

Riqueza en masa de la disolución de ácido sulfúrico

Densidad de la disolución de ácido sulfúrico

Masa molar: Cinc

Sulfato de cinc

Ácido sulfúrico

Cifras significativas: 3

$m = 20,0 \text{ g}$

$r(\text{Zn}) = 70,0 \%$

$r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 92,1 \%$

$\rho = 1,82 \text{ g/cm}^3$

$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

$M(\text{ZnSO}_4) = 161,5 \text{ g/mol}$

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1 \text{ g/mol}$

Incógnitas

Masa obtenida de sulfato de cinc

Volumen necesario de la disolución de ácido sulfúrico

$m(\text{ZnSO}_4)$

$V(\text{H}_2\text{SO}_4)$

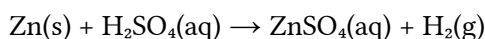
Otros símbolos

Cantidad de sustancia (número de moles)

n

Solución:

a) La reacción ajustada es:



La cantidad de cinc puro que hay en los 20,0 g de aleación es:

$$n(\text{Zn}) = 20,0 \text{ g aleación} \cdot \frac{70,0 \text{ g Zn}}{100 \text{ g aleación}} \cdot \frac{1 \text{ mol Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} = 0,214 \text{ mol Zn}$$

que producen de sulfato de cinc

$$m(\text{ZnSO}_4) = 0,214 \text{ mol Zn} \cdot \frac{1 \text{ mol ZnSO}_4}{1 \text{ mol Zn}} \cdot \frac{161,5 \text{ g ZnSO}_4}{1 \text{ mol ZnSO}_4} = 34,6 \text{ g ZnSO}_4$$

b) Para que reaccione todo el cinc se precisan 0,214 mol de H_2SO_4 , puesto que reaccionan mol a mol. Esta cantidad de ácido sulfúrico estará contenida en:

$$V_D(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,214 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \cdot \frac{98,1 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{100 \text{ g D H}_2\text{SO}_4}{92,1 \text{ g H}_2\text{SO}_4} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3 \text{ D H}_2\text{SO}_4}{1,82 \text{ g D H}_2\text{SO}_4} = 12,5 \text{ cm}^3 \text{ D H}_2\text{SO}_4$$

4. A 670 K, un recipiente de 2 L contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de 0,003 moles de hidrógeno, 0,003 moles de yodo y 0,024 moles de yoduro de hidrógeno, según la reacción: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$. En estas condiciones, calcula:
- El valor de K_c e K_p .
 - La presión total en el recipiente y las presiones parciales de los gases en la mezcla.

(P.A.U. Sep. 10)

Rta.: a) $K_c = K_p = 64$; b) $p_t = 0,824 \text{ atm}$.

Datos

Gas: Volumen

Temperatura

Cantidad en el equilibrio de I_2

Cantidad en el equilibrio de H_2

Cantidad en el equilibrio de HI

Constante de los gases ideales

Incógnitas

Constante del equilibrio K_c

Constante del equilibrio K_p

Presión total

Presiones parciales del H_2 , I_2 e HI

Ecuaciones

Ecuación de estado de los gases ideales

Concentración de la sustancia X

Constantes del equilibrio: $a \text{ A} + b \text{ B} \rightleftharpoons c \text{ C} + d \text{ D}$

Cifras significativas: 3

$$V = 2,00 \text{ dm}^3$$

$$T = 670 \text{ K}$$

$$n_e(\text{I}_2) = 0,00300 \text{ mol I}_2$$

$$n_e(\text{H}_2) = 0,00300 \text{ mol H}_2$$

$$n_e(\text{HI}) = 0,0240 \text{ mol HI}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$K_c$$

$$K_p$$

$$p_t$$

$$p(\text{H}_2), p(\text{I}_2), p(\text{HI})$$

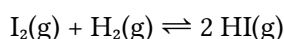
$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

$$[\text{X}] = n(\text{X}) / V$$

$$K_c = \frac{[\text{C}]_e^c \cdot [\text{D}]_e^d}{[\text{A}]_e^a \cdot [\text{B}]_e^b} \quad K_p = \frac{p_e^c(\text{C}) \cdot p_e^d(\text{D})}{p_e^a(\text{A}) \cdot p_e^b(\text{B})}$$

Solución:

La ecuación química es:



La constante de equilibrio en función de las concentraciones es:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{I}_2]_e [\text{H}_2]_e} = \frac{\left(\frac{0,024}{2,00}\right)^2}{\left(\frac{0,00300}{2,00}\right) \cdot \left(\frac{0,00300}{2,00}\right)} = 64,0 \text{ (concentraciones en mol/dm}^3\text{)}$$

Si consideramos comportamiento ideal para los gases, podemos escribir:

$$K_p = \frac{p_e^2(\text{HI})}{p_e(\text{H}_2) \cdot p_e(\text{I}_2)} = \frac{([\text{HI}]_e \cdot R \cdot T)^2}{[\text{H}_2]_e \cdot R \cdot T \cdot [\text{I}_2]_e \cdot R \cdot T} = \frac{[\text{HI}]_e^2}{[\text{H}_2]_e \cdot [\text{I}_2]_e} = K_c = 64,0 \text{ (presiones en atm)}$$

b) La presión parcial de cada uno de los gases, supuesto comportamiento ideal, es la que ejercería si se encontrara solo en el recipiente. La presión total será la suma de estas presiones parciales (Ley de Dalton)

$$p(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI}) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,0240 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 6,68 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 66,8 \text{ kPa} = \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,659 \text{ atm}$$

$$p(\text{I}_2) = \frac{n(\text{I}_2) \cdot R \cdot T}{V_T} = \frac{0,00300 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 8,35 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 8,35 \text{ kPa} = \frac{1 \text{ atm}}{101,3 \text{ kPa}} = 0,0824 \text{ atm}$$

$$p(\text{H}_2) = p(\text{I}_2) = 8,35 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ atm} / 101,3 \text{ kPa} = 0,0824 \text{ atm}$$

$$p_t = p(\text{H}_2) + p(\text{I}_2) + p(\text{HI}) = 8,35 \text{ [kPa]} + 8,35 \text{ [kPa]} + 66,8 \text{ [kPa]} = 83,5 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ atm} / 101,3 \text{ kPa} = 0,824 \text{ atm}$$

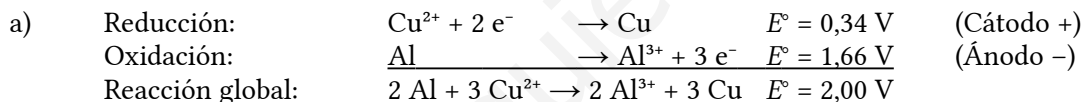
5. Se construye una pila con las siguientes semiceldas Cu^{2+}/Cu y Al^{3+}/Al , cuyos potenciales estándar de reducción son +0,34 V y -1,66 V, respectivamente.

a) Escribe las reacciones que ocurren en cada electrodo y la reacción global de la pila.

b) Haz un esquema de la pila indicando todos los elementos necesarios para su funcionamiento y el sentido en el que circulan los electrones.

(P.A.U. Sep. 10)

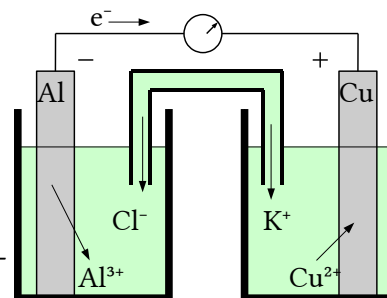
Solución:



b) Material: Vasos de precipitados de 100 cm³ (2), tubo en U, cables con pinzas, voltímetro.

Reactivos: láminas de cobre y aluminio pulidas, disoluciones de sulfato de aluminio de concentración 1 mol/dm³ y sulfato de cobre(II) de concentración 1 mol/dm³. Disolución de cloruro de potasio para el puente salino.

Los electrones circulan del polo negativo (ánodo Al) al polo positivo (cátodo Cu)



OPCIÓN B

1. a) Fórmula y nombra, según corresponda, los siguientes compuestos:

a.1) 2-Metilpropanal.

a.2) Dimetiléter.

a.3) CH₃-NH-CH₂-CH₃

a.4) CH₃-CHOH-CH₂OH

b) Justifica si alguno de ellos presenta isomería óptica, señalando el carbono asimétrico.

(P.A.U. Sep. 10)

Solución:

- a.1) 2-Metilpropanal: $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$
- a.2) Dimetiléter: $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$
- a.3) $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: etilmetilamina
- a.4) $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$: 1,2-propanodiol

b) El propano-1,2-diol, $\text{CH}_2\text{OH}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$, tiene isomería óptica porque el carbono 2 es asimétrico. Está unido a cuatro grupos distintos: hidrógeno (-H), hidroximetilo (-CH₂OH), hidroxilo (-OH) y metilo (-CH₃).

2. Considera el equilibrio: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g}); \Delta H = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Razona qué le ocurre al equilibrio si:
- Se añade hidrógeno.
 - Se aumenta la temperatura.
 - Se aumenta la presión disminuyendo el volumen.
 - Se extrae nitrógeno.

(P.A.U. Sep. 10)

Solución:

a, c y d) La constante de equilibrio en función de las concentraciones puede escribirse así:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]_e^2}{[\text{N}_2]_e \cdot [\text{H}_2]_e^3} = \frac{\frac{n_e^2(\text{NH}_3)}{V^2}}{\frac{n_e(\text{N}_2)}{V} \cdot \frac{n_e^3(\text{H}_2)}{V^3}} = \frac{n_e^2(\text{NH}_3)}{n_e(\text{N}_2) \cdot n_e^3(\text{H}_2)} V^2$$

La constante de equilibrio solo depende de la temperatura. No varía aunque cambien las cantidades de reactivos o productos, o disminuya el volumen.

a) Si se añade hidrógeno, para que K_c permanezca constante, o bien deberá aumentar el numerador $n_e(\text{NH}_3)$, o disminuir la cantidad de nitrógeno en el denominador $n_e(\text{N}_2)$. El equilibrio se desplazará (hacia la derecha) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio en el que habrá más NH_3 y menos N_2 .

c) Si el volumen V disminuye, para que K_c permanezca constante, o bien deberá disminuir el numerador $n_e(\text{NH}_3)$, o bien aumentar el denominador $[n_e(\text{N}_2) \cdot n_e^3(\text{H}_2)]$. El equilibrio se desplazará (hacia la derecha) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio en el que habrá más NH_3 y menos N_2 y H_2 .

d) Si se extrae nitrógeno, para que K_c permanezca constante, o bien deberá disminuir el numerador $n_e(\text{NH}_3)$, o bien aumentar la cantidad de hidrógeno en el denominador $n_e(\text{H}_2)$. El equilibrio se desplazará (hacia la izquierda) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio en el que habrá más N_2 y H_2 y menos NH_3 .

b) La constante de equilibrio varía con la temperatura según la ecuación de Van't Hoff:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Para una reacción exotérmica ($\Delta H^\circ < 0$), si $T_2 > T_1$:

$$\frac{1}{T_2} < \frac{1}{T_1} \Rightarrow \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) < 0$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{-}{+} \cdot (-) \cdot (-) < 0$$

$$K_2 < K_1$$

la constante disminuye al aumentar la temperatura.

Si el volumen no varía, de la expresión de la constante del apartado a), se deduce que para que disminuya la constante debe disminuir el numerador $n_e(\text{NH}_3)$, y/o aumentar el denominador $[n_e(\text{N}_2) \cdot n_e^3(\text{H}_2)]$.

El equilibrio se desplazará (hacia la izquierda) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio en el que habrá más N_2 y H_2 y menos NH_3 .

3. a) Ajusta la siguiente reacción por el método del ion electrón:



- b) Calcula los gramos de permanganato de potasio necesarios para obtener 200 g de sulfato de manganeso(II), si el rendimiento de la reacción es del 65,0 %.

(P.A.U. Sep. 10)

Rta.: a) $2 \text{KMnO}_4 + 10 \text{KCl} + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{MnSO}_4 + 6 \text{K}_2\text{SO}_4 + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$; b) $m = 322 \text{ g KMnO}_4$.

Datos

Masa de sulfato de manganeso(II)

Rendimiento

Masa molar: Permanganato de potasio

Sulfato de manganeso(II)

Cifras significativas: 3

$$m(\text{MnSO}_4) = 200 \text{ g}$$

$$r = 65,0 \%$$

$$M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{MnSO}_4) = 151 \text{ g/mol}$$

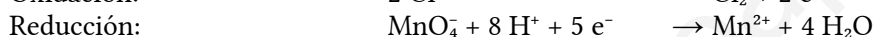
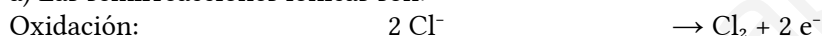
Incógnitas

Masa de permanganato de potasio

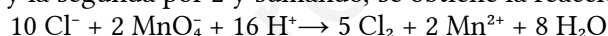
$$m(\text{KMnO}_4)$$

Solución:

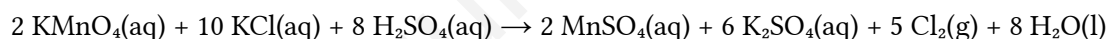
- a) Las semirreacciones iónicas son:



Multiplicando la primera por 5 y la segunda por 2 y sumando, se obtiene la reacción iónica ajustada:



Sumando 12K^+ y 8SO_4^{2-} a cada lado de la ecuación y juntando los iones de signos opuestos se obtiene la reacción global:



- b) Si el rendimiento fuera del 100 %, se necesitarían,

$$m = 200 \text{ g MnSO}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol MnSO}_4}{151 \text{ g MnSO}_4} \cdot \frac{2 \text{ mol KMnO}_4}{2 \text{ mol MnSO}_4} \cdot \frac{158 \text{ g KMnO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4} = 209 \text{ g KMnO}_4$$

Pero al ser solo del 65,0 %, habrá que emplear más, ya que parte de él no se aprovecha:

$$m' = 209 \text{ g KMnO}_4 \text{ teóricos} \cdot \frac{100 \text{ g necesarios}}{65,0 \text{ g teóricos}} = 322 \text{ g KMnO}_4 \text{ necesarios}$$

4. El producto de solubilidad del yoduro de plata es $8,3 \cdot 10^{-17}$. Calcula:

- a) La solubilidad del yoduro de plata expresada en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

- b) La masa de yoduro de sodio que se debe añadir la 100 mL de disolución 0,005 M de nitrato de plata para iniciar la precipitación del yoduro de plata.

(P.A.U. Sep. 10)

Rta.: a) $s = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ g/dm}^3$; b) $m = 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ g NaI}$.

Datos

Producto de solubilidad del AgI

Volumen disolución de AgNO_3

Concentración de la disolución de AgNO_3

Masas molares: yoduro de plata

Cifras significativas: 2

$$K_s = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

$$V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 0,100 \text{ dm}^3$$

$$[\text{AgNO}_3] = 0,0050 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{AgI}) = 235 \text{ g/mol}$$

Datos

yoduro de sodio

Cifras significativas: 2 $M(\text{NaI}) = 150 \text{ g/mol}$ **Incógnitas**

Solubilidad del yoduro de plata

 s

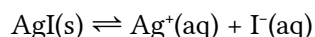
Masa de yoduro de sodio para iniciar la precipitación

 $m(\text{NaI})$ **Ecuaciones**

Cantidad (número de moles)

 $n = m / M$ Concentración molar (mol/dm^3) $s = n / V = s' / M$ Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$ $K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$ **Solución:**

a) El equilibrio de solubilidad es



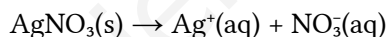
		AgI	$\rightleftharpoons$	Ag ⁺	I ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{I}^-]_e = s \cdot s = s^2 = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{8,3 \cdot 10^{-17}} = 9,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol AgI/dm}^3 \text{ D}$$

$$s' = 9,1 \cdot 10^{-9} \text{ mol AgI/dm}^3 \text{ D } \frac{235 \text{ g AgI}}{1 \text{ mol AgI}} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ g/dm}^3 \text{ D}$$

b) El AgNO_3 está totalmente disociado en la disolución

La concentración del ion plata será la misma que la del nitrato de plata:

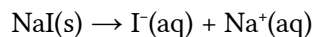
$$[\text{Ag}^+] = [\text{AgNO}_3] = 0,0050 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Se formará precipitado cuando:

$$Q = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{I}^-] \geq K_s$$

$$[\text{I}^-] \geq \frac{K_s}{[\text{Ag}^+]} = \frac{8,3 \cdot 10^{-17}}{5,0 \cdot 10^{-3}} = 1,7 \cdot 10^{-14} \text{ mol/dm}^3$$

Cuando se disuelva el yoduro de sodio, se disociará totalmente



y la concentración de yoduro de sodio será la misma que la del ion yoduro:

$$[\text{NaI}] = [\text{I}^-] = 1,7 \cdot 10^{-14} \text{ mol/dm}^3$$

La masa de yoduro de sodio para producir 100 cm^3 de disolución de esa concentración:

$$m(\text{NaI}) = 0,100 \text{ dm}^3 \text{ D } \frac{1,7 \cdot 10^{-14} \text{ mol NaI}}{1 \text{ dm}^3 \text{ D}} \frac{150 \text{ g NaI}}{1 \text{ mol NaI}} = 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ g NaI}$$

5. a) Para la valoración de $10,0 \text{ mL}$ de disolución de hidróxido de sodio se realizaron tres experiencias en las que los volúmenes gastados de una disolución de HCl $0,1 \text{ M}$ fueron de $9,8$; $9,7$ y $9,9 \text{ mL}$, respectivamente, ¿qué concentración tiene la disolución de la base?
- b) Indica el procedimiento seguido y describe el material utilizado en dicha valoración.

(P.A.U. Sep. 10)

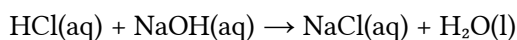
Solución:

Cálculo de la concentración de la disolución de NaOH:

Si los volúmenes medidos de la disolución de HCl fueron: 9,8; 9,7 y 9,9 cm³, el valor correcto será la media:

$$V = 9,8 \text{ cm}^3 \text{ D HCl}$$

La concentración de la disolución de NaOH se calcula de la estequiometría de la reacción:



La cantidad de ácido clorhídrico que reacciona es:

$$n(\text{HCl}) = 9,8 \text{ cm}^3 \text{ D HCl} \frac{0,10 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ cm}^3 \text{ D HCl}} = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol HCl}$$

La cantidad de hidróxido de sodio que reacciona es:

$$n(\text{NaOH}) = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol HCl} \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HCl}} = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH}$$

Y la concentración de la disolución de hidróxido de sodio es:

$$[\text{NaOH}] = \frac{9,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol NaOH}}{10,0 \text{ cm}^3 \text{ D NaOH}} \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,098 \text{ mol NaOH/dm}^3 \text{ D}$$

Procedimiento de valoración: Con una pipeta se miden 10 cm³ de disolución de NaOH y se vierten en un matraz erlenmeyer de 100 cm³. Se añaden dos gotas de fenolftaleína y la disolución se volverá de color rosa fucsia. Se llena una bureta de 25 cm³ con disolución de HCl 0,100 mol/dm³ por encima del cero. Se abre la llave hasta que el pico de la bureta esté lleno y el nivel en cero. Se dejan caer 9 cm³ sobre lo erlenmeyer y se agita. Se abre la llave de la bureta para dejar caer la disolución de HCl en pequeños chorros mientras se hace rotar al erlenmeyer hasta que el color del contenido del erlenmeyer desaparezca. Se anota el volumen de HCl gastado (p. ej. 10,2 cm³) y se tira el contenido del erlenmeyer y se lava el matraz. Se vuelve a llenar la bureta con HCl hasta el cero. Se miden otros 10 cm³ de NaOH con la pipeta, se vierten en el erlenmeyer (lavado, pero no necesariamente seco) y se añaden dos gotas de fenolftaleína. Se coloca el erlenmeyer bajo la bureta y se abre la llave hasta dejar caer casi todo el volumen medido antes (p. ej. 9,7 cm³). Ahora se deja caer el HCl gota a gota mientras se imprime al erlenmeyer un movimiento de rotación, hasta que la fenolftaleína pierda el color. Se anota este valor. Se repite otras dos veces y se toma como volumen correcto el valor medio de las medidas que más se aproximan.

Material: Bureta (1) de 25 cm³ (graduada en 0,1 cm³), pipeta (1) de 10 cm³ con aspirador, matraz erlenmeyer (1) de 100 cm³, disolución de fenolftaleína.

La bureta es un tubo estrecho graduado con una boca superior algo más ancha para llenarlo y una llave de paso en la parte inferior para poder vaciarla.

La pipeta es también un tubo estrecho que puede ser graduado o tener una marca de aforo. Se llena al aspirar con una especie de jeringa cuando la boca inferior más estrecha está sumergida en la disolución.

El matraz erlenmeyer es un recipiente con forma de tronco de cono, con la boca más estrecha que el fondo, para no salpicar al removerlo con un movimiento circular.

Cuestións e problemas das [probas de avaliación do Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Alguns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) ou [OpenOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do *Centro Español de Metrología* (CEM)

Actualizado: 20/03/22