BLOQUE A

PROBLEMA 1.- La obtención de un halógeno en el laboratorio puede realizarse, tratando un hidrácido con un oxidante. Para el caso del cloro la reacción viene dada por el equilibrio:

$HCl\ (g) + O_2\ (g) \leftrightarrows H_2O\ (g) + Cl_2\ (g)$.

a) Ajusta la reacción.

b) Escribe la expresión matemática de la constante de equilibrio K_c.

c) Si en un recipiente de 2,5 L se introducen 0,07 moles de cloruro de hidrógeno y la mitad de esa cantidad de oxígeno, se alcanza el equilibrio cuando se forman 0,01 moles de cloro e igual cantidad de agua. Calcula el valor de la constante de equilibrio.

Solución:

a) Las semirreacciones de oxido-reducción son:

Semirreacción de oxidación: $2\ Cl^- - 2\ e^- \rightarrow Cl_2$

Semirreacción de reducción: $O_2 + 4\ e^- \rightarrow 2\ O^{2-}$

Multiplicando la semirreacción de oxidación por 2 para igualar los electrones intercambiados y sumándolas, se obtiene la ecuación iónica ajustada:

$4\ Cl^- - 4\ e^- \rightarrow 2\ Cl_2$;

$O_2 + 4\ e^- \rightarrow 2\ O^{2-}$;

$4\ Cl^- + O_2 \rightarrow 2\ Cl_2 + 2\ O^{2-}$; y llevando los coeficientes a la ecuación molecular, queda ésta ajustada: $4HCl\ (g) + O_2\ (g) \leftrightarrows 2\ H_2O\ (g) + 2\ Cl_2\ (g)$.

b) La expresión de la constante de equilibrio es: $K_c = \dfrac{[H_2O]\cdot[Cl_2]}{[HCl]\cdot[O_2]}$.

c) Si se introducen en el reactor 0,07 moles de HCl, 0,035 moles de O_2 y se alcanza el equilibrio cuando se han formado 0,01 moles de H_2O y Cl_2, de O_2 han reaccionado, según la estequiometría de la reacción, 0,005 moles y de HCl 0,0175 moles, por lo que la concentración de cada gas en el equilibrio es:

$[HCl] = \dfrac{0{,}07 - 0{,}0175}{2{,}5} = 0{,}021\ M$; $[O_2] = \dfrac{0{,}035 - 0{,}005}{2{,}5} = 0{,}012\ M$; $[H_2O] = [Cl_2] = \dfrac{0{,}01}{2{,}5} = 0{,}004\ M$;

y sustituyendo estos valores en la expresión de K_c, se obtiene como valor:

$$K_c = \frac{[H_2O]\cdot[Cl_2]}{[HCl]\cdot[O_2]} = \frac{0{,}004^4\ \cancel{M^4}}{0{,}021^4\ \cancel{M^4}\cdot 0{,}012\ M} = 0{,}11\ M^{-1}.$$

Resultado: c) $K_c = 0{,}11\ M^{-1}$.

BLOQUE B

PROBLEMA 2.- Por acción de los iones permanganatos, MnO_4^-, sobre los iones Fe^{2+}, en medio ácido, se producen iones Mn^{2+} e iones Fe^{3+}.

a) Identifica la especie que se reduce y la que se oxida indicando los números de oxidación de cada una de las especies.

b) Ajusta la reacción iónica global.

c) Se dispone de 125 mL de una disolución $FeCl_2$ de concentración desconocida. Para conseguir la transformación de todos los iones Fe^{2+} en Fe^{3+} fue necesario añadir 16,5 mL de una disolución 0,32 M de MnO_4^-. ¿Cuál es la concentración de $FeCl_2$ en la disolución valorada?

Solución:

a) La especie que se reduce es la que provoca la oxidación de otra; en este supuesto es el MnO_4^-, mientras que la que se oxida provoca la reducción de otra; esta especie es el Fe^{2+}.

Los números de oxidación de cada especie son: – 1 para el MnO_4^- y + 2 del Fe^{2+}.

b) Las semirreacciones redox de cada especie son:

Semirreacción de oxidación: $Fe^{2+} - 1\ e^- \rightarrow Fe^{3+}$;

www.yoquieroaprobar.es

Semirreacción de reducción: $MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O$

Multiplicando la semirreacción de oxidación por 5 para igualar los electrones intercambiados y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:

$$\begin{array}{l} 5\ Fe^{2+} - 5\ e^- \rightarrow 5\ Fe^{3+}; \\ MnO_4^- + 8\ H^+ + 5\ e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4\ H_2O \\ \hline MnO_4^- + 5\ Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5\ Fe^{3+} + 4\ H_2O. \end{array}$$

c) Para conocer la concentración de la disolución $FeCl_2$, se determinan los moles de MnO_4^- que se consumen en la valoración, y de la estequiometría de la reacción se calculan los moles de $FeCl_2$ que se encuentran disueltos en los 125 mL de disolución, y con estos datos se halla la concentración:

Moles de MnO_4^- consumidos: $n(MnO_4^-) = M \cdot V = 0{,}32$ moles $\cancel{\cdot L}^{-1} \cdot 0{,}0165\ \cancel{L} = 0{,}0053$ moles;

Moles de Fe^{2+} en disolución: $n\ (Fe^{2+}) = 0{,}0053\ \cancel{moles\ MnO_4^-} \cdot \dfrac{5\ moles\ Fe^{2+}}{1\ \cancel{mol\ MnO_4^-}} = 0{,}0215$ moles,

que por encontrarse disueltos en un volumen de 125 mL, proporcionan a la disolución la concentración:

$$M = \frac{moles}{volumen} = \frac{0{,}0215\ moles\ Fe^{2+}}{0{,}125\ L} = 0{,}172\ M.$$

Resultado: c) [$FeCl_2$] = 0,172 M.

BLOQUE C

CUESTIÓN 1.- Contesta para cada uno de los siguientes elementos de la tabla periódica: A (Z = 30), B (Z = 35) y C (Z = 1).

a) Sus configuraciones electrónicas. **b) Sus valencias iónicas.**

b) Para las siguientes combinaciones entre ellos, determina cuáles son posibles y qué tipo de enlace forman: A con B; B con B y C con B.

Solución:

a) Las configuraciones de los elementos son:

A (Z = 30): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2$; B (Z = 35): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$;

C (Z = 1): $1s^1$.

b) La valencia iónica de un elemento es la que resulta de sumar o restar electrones de su capa de valencia para conseguir configuración electrónica estable del gas noble más próximo, o quedarse como protón.

Luego, la valencia iónica del elemento A es + 2 (se restan 2 electrones); las de B – 1, + 1, + 3, + 5, + 7 (se suma 1 electrón y se restan 1, 3, 5 y 7 electrones) y las de C – 1 y + 1 (se resta y suma un electrón).

c) La combinación entre A, elemento alcalino térreo y B, halógeno es posible, dándose entre ellos el enlace el iónico. La fórmula del compuesto es AB_2.

La combinación entre átomos del elemento B también es posible, siendo el enlace que unen los átomos el covalente, pues los átomos enlazados comparten el par de electrones que los unen.

Átomos del elemento B, halógeno y del C, hidrógeno, se unen mediante enlace covalente, pues el par de electrones que los unen pertenece a ambos átomos. Debido a la diferencia de electronegatividad entre los átomos, el enlace se encuentra muy polarizado y goza de una apreciable participación iónica.

CUESTIÓN 3.- Se dispone de Pb y Zn metálicos y de dos disoluciones A y B. La disolución A contiene Pb^{2+} 1 M y la disolución B contiene Zn^{2+} 1 M. Teniendo en cuenta estos materiales y los que considere necesarios:

a) Indica esquemáticamente cómo construirías una pila electroquímica.

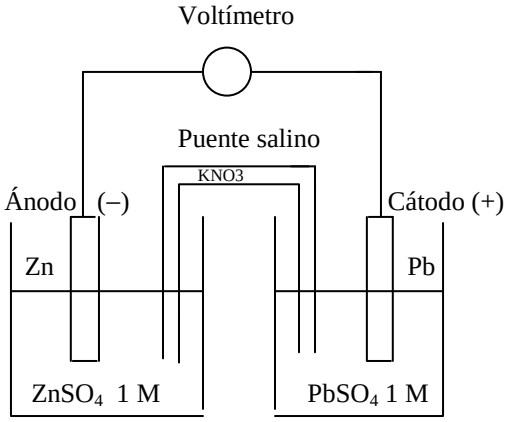
b) Indica las reacciones que tienen lugar y calcula el potencial estándar de la pila.

DATOS: $E^o\ (Pb^{2+}/Pb) = -0{,}13$ V; $E^o\ (Zn^{2+}/Zn) = -0{,}76$ V.

Solución:

www.yoquieroaprobar.es

a)



En la disolución A se introduce la barra de Pb metálica, en la B la de Zn, se conecta ambas con un hilo de cobre, y se ponen en contacto las dos disoluciones mediante un puente salino. Por el voltímetro intercalado en el hilo de cobre se observa el paso de corriente eléctrica.

b) Las reacciones que tienen lugar son:

Ánodo: $Zn - 2\,e^- \rightarrow Zn^{2+}$

Cátodo: $Cd^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Zn^{2+}$

El potencial estándar de la pila es:

$E^o_{pila} = E^o_{cátodo} - E^o_{ánodo} \Rightarrow$

$\Rightarrow \quad E^o_{pila} = -0{,}13\ V - (-0{,}76\ V) = 0{,}63\ V.$

CUESTIÓN 5.- Se dispone de un sistema en equilibrio a 25 ºC que contiene C (s), CO (g) y CO_2 (g):

$$C\,(s) + CO_2\,(g) \leftrightarrows 2\,CO\,(g) \qquad \Delta H = 172{,}4\ kJ \cdot mol^{-1}.$$

Justifica si la cantidad de CO (g) permanece constante, aumenta o disminuye cuando:

a) Aumenta la temperatura.
b) Disminuye la presión.
c) Se introduce C (s) en el recipiente.

Solución:

a) En todo sistema en equilibrio una variación de la temperatura lo desplaza, en uno de los dos sentidos, con variación del valor de su constante.

Por ser la reacción endotérmica de izquierda a derecha, al aumentar la temperatura y comunicar, por ello, calor al sistema, la absorción del calor implica que el equilibrio se desplaza en el sentido endotérmico, hacia la derecha, provocando un incremento de la cantidad de CO.

b) Al disminuir la presión aumenta el volumen del reactor, y como la variación de esta variable sólo afecta a las sustancias gaseosas, el aumento de capacidad del reactor hace que el sistema desplace el equilibrio en el sentido en el que aparece un mayor número de moles, mayor cantidad de materia, hacia la derecha, incrementándose la cantidad de CO.

c) Al introducir más cantidad de C (s), esta sustancia sólida, no interviene en la constante de equilibrio, por lo que no influye en el equilibrio y, por tanto, modifica la cantidad de CO producido.

www.yoquieroaprobar.es