OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- Sabiendo que la solubilidad del carbonato de magnesio en agua es $1,87 \cdot 10^{-4}$ M:

a) Calcula el producto de solubilidad, K_{ps}, de dicha sal.

b) Calcula la solubilidad del carbonato de magnesio en una disolución 0,2 M de carbonato de sodio expresada en g · L^{-1}.

c) Indica razonadamente si aparecerá o no aparecerá precipitado al mezclar 20 mL de una disolución $5 \cdot 10^{-4}$ M de carbonato de sodio con 20 mL de disolución $2,5 \cdot 10^{-4}$ M de cloruro de magnesio, $MgCl_2$.

DATOS: $A_r(O) = 16$ u; $A_r(Mg) = 24,3$ u; $A_r(C) = 12$ u.

Solución:

a) El equilibrio de ionización del carbonato de magnesio es: $MgCO_3 \leftrightarrows CO_3^{2-} + Mg^{2+}$.

La solubilidad del carbonato, S, es a su vez la concentración y solubilidad de los iones CO_3^{2-} y Mg^{2+}, siendo el producto de solubilidad: $K_{ps} = [CO_3^{2-}] \cdot [Mg^{2+}] = S \cdot S = S^2 = (1,87 \cdot 10^{-4})^2 = 3,5 \cdot 10^{-8}$ $moles^2 \cdot L^{-2}$.

b) La sal soluble en agua Na_2CO_3 se encuentra totalmente disociada, siendo su equilibrio de ionización: $Na_2CO_3 \leftrightarrows CO_3^{2-} + 2\ Na^+$, siendo la concentración de iones CO_3^{2-} la de la sal, es decir, 0,2 M, y por el efecto del ión común CO_3^{2-}, el equilibrio de ionización del compuesto $MgCO_3$ se encuentra desplazado hacia la izquierda, hacia la formación del compuesto poco soluble.

Si S es la solubilidad del catión Mg^{2+}, y 0,2 M la del anión CO_3^{2-} del carbonato de sodio, mucho mayor que la del carbonato de magnesio, del producto de solubilidad se obtiene el valor de S:

$K_{ps\ MgCO_3} = S \cdot 0,2 \Rightarrow S = \dfrac{3,5 \cdot 10^{-8}}{0,2} = 1,75 \cdot 10^{-7}$ moles · L^{-1}, que expresada en g · L^{-1} es:

$1,75 \cdot 10^{-7} \dfrac{moles}{L} \cdot \dfrac{84,3\ g}{1\ mol} = 1,47 \cdot 10^{-5}$ g · L^{-1}.

c) Primero se determinan los moles de $MgCl_2$ contenidos en los 20 mL de disolución acuosa $2,5 \cdot 10^{-4}$ M, y los moles de Na_2CO_3 contenidos en los 20 mL de disolución acuosa $5 \cdot 10^{-4}$ M.

n ($MgCl_2$) = M · V = $2,5 \cdot 10^{-4}$ moles · $L^{-1} \cdot 0,020$ L = $5 \cdot 10^{-6}$ moles;

n´ (Na_2CO_3) = M · V = $5 \cdot 10^{-4}$ moles · $L^{-1} \cdot 0,020$ L = $1 \cdot 10^{-5}$ moles.

Al ser el volumen total de la mezcla de ambas disoluciones 40 mL, la concentración de los iones CO_3^{2-} y Mg^{2+} en la nueva disolución es: $[CO_3^{2-}] = \dfrac{moles}{V} = \dfrac{1 \cdot 10^{-5}\ moles}{0,040\ L} = 2,5 \cdot 10^{-4}$ M;

$[Mg^+] = \dfrac{moles}{V} = \dfrac{5 \cdot 10^{-6}\ moles}{0,040\ L} = 1,25 \cdot 10^{-4}$ M.

Llevando estos valores a la expresión del producto iónico, Q, y comparándolo con el valor de K_{ps} se conoce si se produce o no precipitación.: $Q = [CO_3^{2-}] \cdot [Mg^+] = 2,5 \cdot 10^{-4}$ M · $1,25 \cdot 10^{-4}$ M = $3,125 \cdot 10^{-8}$ M^2, que al ser algo menor que el valor de K_{ps} pone de manifiesto que no hay precipitación.

Resultado: a) $K_{ps} = 3,5 \cdot 10^{-8}$; b) S = $1,47 \cdot 10^{-5}$ g · L^{-1}; c) No hay precipitación.

PROBLEMA 2.- Las presiones parciales de H_2, I_2 y HI en equilibrio a 400ºC son, respectivamente, 0,150, 0,384 y 1,850 atm. Calcula las constantes K_p a esa temperatura para las reacciones:

a) H_2 (g) + I_2 (g) ⇄ 2 HI (g); **b) $\frac{1}{2}$ H_2 (g) + $\frac{1}{2}$ I_2 (g) ⇄ HI (g).**

c) 2 HI (g) ⇄ H_2 (g) + I_2 (g); **d) HI (g) ⇄ $\frac{1}{2}$ H_2 (g) + $\frac{1}{2}$ I_2 (g).**

Solución:

a) La constante de equilibrio K_p para la primera reacción es:

$K_p = \dfrac{P_{HI}^2}{P_{H_2} \cdot P_{I_2}} = \dfrac{1,850^2\ atm^2}{0,150\ atm \cdot 0,384\ atm} = 59,42$

b) Para la segunda reacción es:

$$K_p = \frac{P_{HI}}{(P_{H_2} \cdot P_{I_2})^{\frac{1}{2}}} = \frac{1{,}850\ atm}{(0{,}150\ atm \cdot 0{,}384\ atm)^{\frac{1}{2}}} = 7{,}71$$

c) Para la tercera reacción:

$$K_p = \frac{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}{P_{HI}^2} = \frac{0{,}150\ atm \cdot 0{,}384\ atm}{1{,}850^2\ atm^2} = 0{,}031$$

d) Para la cuarta reacción:

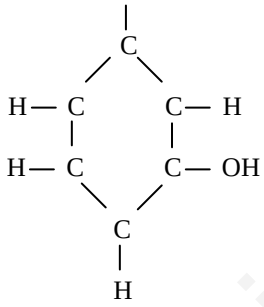
$$K_p = \frac{(P_{H_2} \cdot P_{I_2})^2}{P_{HI}} = \frac{(0{,}150\ atm \cdot 0{,}384\ atm)^2}{1{,}850\ atm} = 0{,}0018$$

Resultado: a) K_p = 59,42; b) K_p = 7,71; c) K_p = 0,031; d) K_p = 0,0018.

CUESTIÓN 3.- Formula o nombra correctamente los siguientes compuestos:
a) $CH_3–CH_2–NO_2$; b) 1-etilciclohexan-3-ol; c) $CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$; d) $CH_3–CO–CH_2–CH_2–CH_3$; e) Ácido dimetilpropanodioico.

Solución:

a) Nitroetano; b)



c) 3,5-dimetilheptano; d) 2-pentanona;

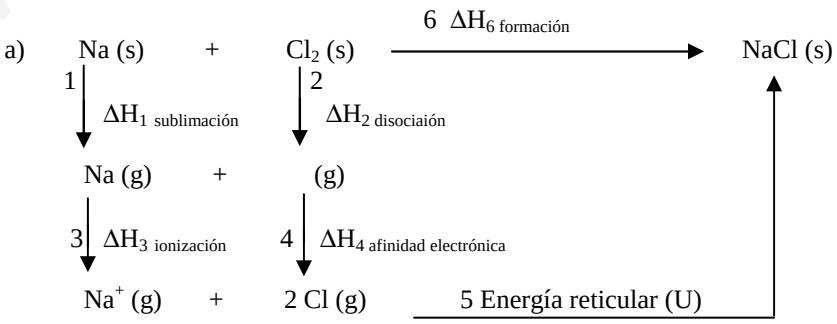
e) HOOC–$C(CH_3)_2$–COOH.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- a) Plantea el ciclo de Born-Haber correspondiente a la formación de cloruro de sodio y calcula la afinidad electrónica del cloro a partir de los siguientes datos:
Energía reticular del cloruro de sodio – 769,0 kJ · mol^{-1}.
Energía de ionización del sodio 493,7 kJ · mol^{-1}.
Energía de formación del cloruro de sodio – 411,0 kJ · mol^{-1}.
Energía de disociación del cloro 242,6 kJ · mol^{-1}.
Energía de sublimación del sodio 107,5 kJ · mol^{-1}.

b) Explica brevemente el significado de cada uno de los números cuánticos e indica sus nombres. Indica los valores que puede adoptar cada uno de ellos.

Solución:



La afinidad electrónica se obtiene despejándola de la ecuación:

$\Delta H_{6\,f} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + U \Rightarrow \Delta H_4 = \Delta H_{6\,f} - (\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + U)$

www.yoquieroaprobar.es

$\Rightarrow \quad \Delta H_4 = -411{,}0 - 107{,}5 - 242{,}6 - 493{,}7 + 769{,}0 = -485{,}8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

b) El número cuántico principal **n** está relacionado con el tamaño del orbital. A mayor valor de **n**, mayor distancia del electrón respecto al núcleo.

El primer nivel es el de menor energía y los siguientes, cada vez más alejados del núcleo, tienen mayores energías.

Solo puede tomar valores naturales, **n** = 1, 2, 3, 4, 5…., y cada valor designa un nivel.

El número cuántico orbital o del momento angular, **l**, se encuentra relacionado con la forma del orbital que ocupa el electrón, con el módulo del momento y con la energía del orbital.

Puede tomar los valores enteros entre 0 y **n** – 1, asignando cada valor un nivel y a cada uno de ellos se le asigna una letra: **l** = 0 → **s**; l = 1 → **p**; l = 2 → **d**; l = 3 → **f**.

El número cuántico magnético, $\mathbf{m_l}$, se encuentra relacionado con la orientación del orbital en el espacio. Sus valores dependen del valor de **l**, y puede tomar todos los valores enteros comprendidos entre **–l** y + **l**.

El número cuántico de espin, $\mathbf{m_s}$, se encuentra relacionado con el giro del electrón respecto a su eje, lo que genera un campo magnético con dos posibles orientaciones según el sentido del giro.

Solo puede tomar los valores $-\frac{1}{2}$ y $+\frac{1}{2}$.

PROBLEMA 1.- En un recipiente en el que previamente se ha hecho el vació se introduce pentacloruro de fósforo y se calienta hasta 450 K, alcanzándose el equilibrio:

PCl_5 (g) ⇄ Cl_2 (g) + PCl_3 (g).

a) Determina el valor de K_p a esa temperatura sabiendo, que cuando se alcanza el equilibrio el pentacloruro de fósforo se encuentra disociado en un 30 % y la presión total de la mezcla de gases es 1,5 atm.

b) Determina el valor de K_c a 450 K.

DATOS: R = 0,082 atm · L · mol^{-1} · K^{-1}.

Solución:

a) Llamando "n" al número inicial de moles de PCl_5 que se introducen en el reactor, los moles iniciales y en el equilibrio de las distintas especies son:

	PCl_5 (g)	⇆	PCl_3 (g)	+	Cl_2 (g)
Moles iniciales:	n		0		0
Moles en el equilibrio:	n · (1 – 0,3)		0,3 · n		0,3 · n

El número de moles totales en el equilibrio es: n_t = n – 0,3 · n + 0,3 · n + 0,3 · n = n + 0,3 · n = n · (1 + 0,3) = 1,3 · n.

Aplicando la ecuación de estado de los gases ideales a estos moles:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \Rightarrow \quad n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \quad \Rightarrow \quad 1{,}3 \cdot n = \frac{1\,atm \cdot 1\,L}{0{,}082\,atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 723\,K} = 0{,}0169\,moles \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad n = \frac{0{,}0169\,moles}{1{,}3} = 0{,}0123 \text{ moles de } PCl_5.$$

Las fracciones molares de los gases en el equilibrio son:

$$\chi_{PCl_5} = \frac{0{,}0123 \cdot 0{,}7}{1{,}3 \cdot 0{,}0123} = \frac{0{,}00861}{0{,}016} = 0{,}54; \quad \chi_{PCl_3} = \chi_{Cl_2} = \frac{0{,}0123 \cdot 0{,}3}{0{,}016} = 0{,}23$$

Las presiones parciales de cada gas en la mezcla en equilibrio es:

$P_{PCl_5} = 0{,}54 \cdot 1{,}5$ atm = 0,81 atm; $P_{PCl_3} = P_{Cl_2} =$ 0,23 · 1,5 atm = 0,345 atm, y sustituyendo estos valores en la expresión de la constante de equilibrio K_p sale:

$$K_P = \frac{P_{PCl_3} \cdot P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} = \frac{0{,}345^2\ atm^2}{0{,}81\,atm} = 0{,}147 \text{ atm}.$$

b) De la relación entre K_p y K_c, siendo Δn = 2 – 1 = 1, se determina el valor de K_c:

$K_c = K_p \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} = 0{,}147$ atm · (0,082 atm · L · mol^1 · K^{-1} · 723 K)^1 = 8,72 M.

Resultado: a) K_p = 0,147; b) K_c = 8,72.

www.yoquieroaprobar.es

CUESTIÓN 2.- Se hacen reaccionar $KClO_3$, $CrCl_3$ y KOH, produciéndose K_2CrO_4, KCl y H_2O.

a) Formula e identifica las semirreacciones de oxidación y de reducción, especificando cuál es el agente oxidante y cuál el reductor.

b) Mediante el método del ión-electrón ajusta las dos semirreacciones, la reacción iónica y la reacción molecular en medio básico.

c) Ajusta $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ en media ácido y justifica si una disolución 1 M de dicromato potásico en medio ácido es capaz de oxidar un anillo de oro.

DATOS: $E^o\ (Au^{3+}/Au) = 1{,}50$ V; $E^o\ (Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = 1{,}33$ V.

Solución:

a) La especie que se oxida, su número de oxidación pasa de + 3 a + 6 y, por tanto, actúa como reductor, es el cromo del compuesto $CrCl_3$, mientras que la especie que se reduce, su número de oxidación pasa de + 5 a – 1 y, por ello, actúa como oxidante, es el cloro en el compuesto $KClO_3$.

Las semirreacciones de oxido-reducción que se producen son:

Semirreacción de oxidación: $Cr^{3+} + 8\ OH^- - 3\ e^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 4\ H_2O$;

Semirreacción de reducción: $3\ ClO_3^- + 9\ H_2O + 18\ e^- \rightarrow 3\ Cl^- + 18\ OH^-$.

$ClO_3^- + 3\ H_2O + 6\ e^- \rightarrow Cl^- + 6\ OH^-$.

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

$2\ Cr^{3+} + 16\ OH^- - 6\ e^- \rightarrow 2\ CrO_4^{2-} + 8\ H_2O$;

$ClO_3^- + 3\ H_2O + 6\ e^- \rightarrow Cl^- + 6\ OH^-$.

$ClO_3^- + 2\ Cr^{3+} + 10\ OH^- \rightarrow Cl^- + 2\ CrO_4^{2-} + 5\ H_2O$, y llevando estos coeficientes a la reacción molecular y ajustando los cloros, queda ésta ajustada:

$KClO_3 + 2\ CrCl_3 + 10\ KOH \rightarrow 7\ KCl + 2\ K_2CrO_4 + 5\ H_2O$.

c) La semirreacción de reducción es: $Cr_2O_7^{2-} + 14\ H^+ + 6\ e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 7\ H_2O$, $E^o = 1{,}33$

La semirreacción de oxidación que se produciría en el oro es: $Au - 3\ e^- \rightarrow Au^{3+}$, $E^o = -1{,}50$

El potencial de la reacción que se produciría es: $E^o = 1{,}33\ V - 1{,}50\ V = -0{,}17\ V$, que al ser negativo indica que la reacción no es espontánea y, por ello, no se produce la oxidación del oro.

www.yoquieroaprobar.es