OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- a) Responde de forma razonada cuales de las siguientes cuestiones son verdaderas o falsas:

a_1) Una reacción endotérmica no puede ser espontánea.

a_2) El valor de la energía libre de Gibbs (ΔG) de una reacción puede tener el valor 0.

a_3) Si $\Delta H < 0$ y $\Delta S > 0$ la reacción se producirá siempre.

b) Efecto invernadero: origen y consecuencias.

Solución:

a_1) Falso. Una reacción endotérmica es aquella en que su $\Delta H > 0$, y si la variación de entropía es positiva, $\Delta S > 0$, para altas temperaturas se cumple que el producto $T \cdot \Delta S$ es superior a ΔH, y se cumple que $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$, condición de espontaneidad.

a_2) Verdadero. Cuando en una reacción se cumple que el valor absoluto de la entalpía, $|\Delta H|$, sea igual al valor absoluto del producto de la temperatura por la variación de entropía, $|T \cdot \Delta S|$, la energía libre de Gibbs vale cero, $\Delta G = 0$, condición de equilibrio de una reacción química.

a_3) Verdadero. Para una reacción exotérmica, $\Delta H < 0$, y con aumento del desorden, $\Delta S > 0$, se cumple siempre que $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$, y por tanto, es espontánea para cualquier temperatura, pues si la variación de entalpía es negativa, al restarle cualquier valor la diferencia es siempre negativa.

b) El efecto invernadero consiste en el incremento de temperatura que sufre la superficie terrestre como consecuencia de la sucesiva acumulación de los gases CO_2, H_2O, CH_4, NO y NO_2, los cuales no dejan pasar la energía, que en forma de radiación, emitida por la Tierra después de haberla recibido del Sol.

Los gases anteriormente citados son emitidos a la atmósfera por la combustión del carbono, gas natural y derivados del petróleo que se emplean en las actividades industriales y en el transporte.

Las consecuencias negativas para la vida en el planeta son, entre otras, la disminución de la producción agrícola, elevación del nivel del mar como consecuencia del deshielo de los casquetes polares, alteraciones en los regímenes de lluvias y temperaturas e incremento de la desertificación (cambios climáticos severos).

CUESTIÓN 3.- a) Formula las siguientes especies químicas:

Óxido de níquel (III); Ácido nítrico; Sulfato de bario; Hidruro de aluminio; Benceno; Propanoato de metilo; Pentanonitrilo; Ácido 3-hidroxihexanoico.

b) Nombra las siguientes especies químicas:

H_3PO_4; H_2Se; Ag_2CrO_4; NaOH; $CH_3–CHOH–CHOH–CH_3$; $CH_3–CH_2–CH_2–O–CH_3$; $CH_3–CH(NH_2)–CH_2–CO–CH_2–CH_3$; $CH_3–CHCl–CH_2–C\equiv C–CH_3$.

Solución:

a) Ni_2O_3; HNO_3; $BaSO_4$; AlH_3; C_6H_6; $CH_3CH_2COOCH_3$; $CH_3CH_2CH_2CH_2CN$; $CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_2COOH$.

b) Ácido fosfórico; Seleniuro de hidrógeno; Cromato de plata; Hidróxido de sodio; 2,4-butanodiol; Metilpropiléter; 5-amino-3-hexanona; 5-cloro-2-hexino.

PROBLEMA 1.- Una disolución de ácido benzoico, C_6H_5COOH, contiene 0,15 g de ácido en 20 mL de disolución. Si $K_a = 6{,}6 \cdot 10^{-5}$, calcula:

a) El grado de disociación α.

b) El pH de la disolución.

DATOS: A_r (C) = 12 u; A_r (O) = 16 u; A_r (H) = 1 u.

Solución:

www.yoquieroaprobar.es

M (C_6H_5COOH) = 122 g · mol^{-1}.

La concentración del ácido benzoico utilizado es: $[C_6H_5COOH] = \dfrac{\dfrac{0{,}15\ g}{122\ g \cdot mol^{-1}}}{0{,}020\ L} = 0{,}06\ M$.

a) Siendo α el grado de disociación, la concentración de las especies al inicio y en el equilibrio son:

	C_6H_5COOH (aq) + H_2O (l) ⇆	$C_6H_5COO^-$ (aq) +	H_3O^+ (aq)
Concentraciones iniciales:	0,06	0	0
Concentraciones en equilibrio:	0,06 · (1 – α)	0,06 · α	0,06 · α

que sustituidas en la constante ácida, K_a, del ácido benzoico, despreciando α en el denominador por ser muy inferior a 1, y operando, sale para α:

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} \Rightarrow 6{,}6\cdot 10^{-5} = \frac{0{,}06^2\ \alpha^2}{0{,}06\cdot(1-\alpha)} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{6{,}6\cdot 10^{-5}}{0{,}06}} = 3{,}32\cdot 10^{-2} = 3{,}32\ \%.$$

b) La concentración de iones hidronios, H_3O^+, es: $[H_3O^+] = 0{,}06 \cdot 3{,}32 \cdot 10^{-2} = 1{,}99 \cdot 10^{-3}$M, y el pH de la disolución: pH = – log $[H_3O^+]$ = – log 1,99 ·10^{-3}= 3 – log 1,99 = 3 – 0,299 = 2,7.

Resultado: a) α = 3,32 %; b) pH = 2,7.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- a) En la hidrólisis de las siguientes sales, $NaCH_3COO$, NH_4Cl y NaCl. Indica el carácter ácido o básico de sus disoluciones, justificando la respuesta.
b) Define los conceptos de ácido y base según la teoría de Arrhenius.

Solución:

a) El acetato de sodio, $NaCH_3COO$, es una sal de un ácido débil, el acético, CH_3COOH, y una base fuerte, el hidróxido de sodio, NaOH, que en disolución se encuentra totalmente ionizada en sus iones. El catión Na^+, ácido conjugado extremadamente débil de la base fuerte NaOH, no experimenta hidrólisis mientras que el anión acetato, CH_3COO^-, base conjugada relativamente fuerte del ácido débil CH_3COOH, reacciona con el agua estableciendo el siguiente equilibrio de hidrólisis:

$$CH_3COO^-\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftarrows CH_3COOH\ (aq) + OH^-\ (aq).$$

La presencia de los iones OH^- indica que la disolución será básica con un pH > 7.

El cloruro de amonio, NH_4Cl, es una sal de ácido fuerte, el clorhídrico, HCl, y base débil, el amoníaco, NH_3, por lo que el anión nitrato, Cl^-, base conjugada extremadamente débil no reacciona con el agua, mientras que el catión amonio, NH_4^+, ácido conjugado relativamente fuerte, reacciona con el agua según el siguiente equilibrio de hidrólisis: NH_4^+ (aq) + H_2O (l) ⇄ NH_3 (aq) + H_3O^+ (aq), presentando la disolución un carácter ácido con un pH < 7 debido a la presencia de los iones H_3O^+.

El cloruro de sodio, NaCl, es una sal de ácido fuerte el clorhídrico, HCl, y una base fuerte el hidróxido de sodio, NaOH, por lo que ninguno de sus iones, Na^+ y Cl^-, ácido y base conjugados extremadamente débiles reaccionan con el agua, siendo la disolución neutra por ser las concentraciones de los iones $[H_3O^+]$ y $[OH^-]$ procedente de la autodisociación del agua iguales.

b) Ácido es toda sustancia que en disolución se disocia produciendo protones, H^+.
Base es toda sustancia que en disolución se disocia con producción de iones hidróxidos, OH^-.

CUESTIÓN 4.- Dada la reacción: $HNO_3 + H_2S \rightarrow NO + S + H_2O$.

a) Deduce razonadamente qué elemento se oxida y cuál se reduce. ¿Cuál es la especie oxidante? ¿Cuál es la especie reductora?
b) Escribe y ajusta las semirreacciones de oxido-reducción y la reacción global.

Solución:

www.yoquieroaprobar.es

a) Observando la reacción se aprecia que el ácido nítrico, HNO_3, en el que el átomo de nitrógeno tiene de número de oxidación + 5, pasa a monóxido de nitrógeno, NO, con número de oxidación para el nitrógeno de + 2, lo que indica que el nitrógeno se ha reducido.

En el sulfuro de hidrógeno, H_2S, el azufre tiene de número de oxidación – 2, y pasa a azufre elemental, S, con número de oxidación 0, lo que muestra que el azufre se ha oxidado.

Especie oxidante es la que provoca la oxidación de otra. En la reacción es el ácido nítrico. Especie reductora es la que reduce a otra, el sulfuro de hidrógeno.

b) Las semirreacciones de oxido-reducción son:

Oxidación: $S^{2-} - 2\,e^- \rightarrow S^0$

Reducción: $NO_3^- + 4\,H^+ + 3\,e^- \rightarrow NO + 2\,H_2O$

Multiplicando la semirreacción de oxidación por 3 y la de reducción por 2, para igualar los electrones cedidos y aceptados, y sumándolas para eliminarlos, se tiene la reacción iónica ajustada:

$$3\,S^{2-} - 6\,e^- \rightarrow 3\,S^0$$
$$2\,NO_3^- + 8\,H^+ + 6\,e^- \rightarrow 2\,NO + 4\,H_2O$$
$$3\,S^{2-} + 2\,NO_3^- + 8\,H^+ \rightarrow 3\,S + 2\,NO + 4\,H_2O.$$

Llevados estos coeficientes a la ecuación molecular, teniendo presente que los 8 H^+ corresponden a 2 moléculas de HNO_3 y 3 de H_2S, se obtiene la ecuación molecular ajustada:

$$2\,HNO_3 + 3\,H_2S \rightarrow 2\,NO + 3\,S + 4\,H_2O.$$

PROBLEMA 2.- Una muestra que contiene 2,0 moles de yoduro de hidrógeno, HI, se introduce en un matraz de 1L y se calienta hasta 628 ºC. A dicha temperatura, el yoduro de hidrógeno se disocia formando hidrógeno y yodo. Sabiendo que $K_c = 3{,}8 \cdot 10^{-2}$, se pide:

a) ¿Cuál es el porcentaje de disociación en estas condiciones?

b) ¿Cuál es la concentración de los componentes en el equilibrio?

Solución:

a) Los moles iniciales y en el equilibrio en la reacción ajustada, siendo x los moles de HI que se disocian por cada mol introducido, son:

	$2\,HI\,(g)$	$\leftrightarrows$	$I_2\,(g)$	+	$H_2\,(g)$,
Moles iniciales:	2		0		0
Moles en el equilibrio:	$2 - 2 \cdot x$		x		x

Al ser el recipiente de 1 L los moles de cada sustancia coinciden con su concentración, por lo que, sustituyéndolas en la constante de equilibrio y resolviendo la ecuación de segundo grado que resulta:

$$K_c = \frac{[I_2]\cdot[H_2]}{[HI]^2} \Rightarrow 3{,}8\cdot 10^{-2} = \frac{x^2}{2\cdot(1-x)} \Rightarrow x^2 + 7{,}6\cdot 10^{-2}\cdot x - 7{,}6\cdot 10^{-2} = 0,$$ que resuelta proporciona la solución: x = 0,24 moles, por lo que el grado de disociación del HI, expresado en tanto por ciento es: $\alpha = \frac{0{,}24}{2}\cdot 100 = 12\ \%$.

b) En el equilibrio la concentración, o moles, de las sustancias en el equilibrio, V = 1 L, son:

$[HI] = 2 - 2 \cdot 0{,}24 = 1{,}52$ M; $[H_2] = [I_2] = 0{,}24$ M.

Resultado: a) α = 12 %; b) [HI] = 1,52 M; $[H_2] = [I_2]$ = 0,24 M.

www.yoquieroaprobar.es