CUESTIÓN 2.- A partir de los datos de la tabla contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

Ácidos	K_a
Ácido 2-cloroetanoico	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Ácido 2-hidroxipropanoico	$1,38 \cdot 10^{-4}$
Ácido 3-hidroxibutanoico	$1,99 \cdot 10^{-5}$
Ácido propanoico	$1,38 \cdot 10^{-5}$

a) Formula cada uno de los ácidos indicados.
b) ¿Cuál es el ácido más disociado?
c) ¿Qué ácidos darían un pH mayor que 7 en el punto de equivalencia de su valoración con NaOH?

Solución:

a) Ácido 2-cloroetanoico: $CH_2Cl–COOH$; Ácido 2-hidroxipropanoico: $CH_3–CHOH–COOH$; Ácido 3-hidroxibutanoico: $CH_3–CHOH–CH_2–COOH$; Ácido propanoico: $CH_3–CH_2–COOH$.

b) La disociación de un ácido depende de su fortaleza, a mayor fuerza mayor disociación, y la fuerza depende del valor de la constante de acidez, a mayor valor de K_a mayor fortaleza del ácido.

Observando los valores de las constantes de acidez, se aprecia que la de mayor valor es la que corresponde al ácido 2-cloroetanoico, lo que pone de manifiesto que éste es el ácido más fuerte y, por tanto, el más disociado.

c) En su reacción con el hidróxido de sodio, base muy fuerte, la sal que cada ácido produce se encuentra, en disolución, totalmente disociada. El ión Na^+, ácido conjugado extremadamente débil de la base muy fuerte NaOH, no sufre hidrólisis, ocurriendo lo contrario con los aniones, que si se hidrolizan.

La extensión de la hidrólisis de los aniones depende de la fortaleza del ácido. Mientras más fuerte es el ácido más débil es su base conjugada, pudiendo afirmarse que, a menor fortaleza del ácido, menor valor de su constante de acidez, más fuerte será su base conjugada y mayor será la extensión de su hidrólisis, correspondiendo a la disolución de su sal un mayor valor del pH. Por tanto, al ser los cuatro ácidos que se proponen débiles, el pH de la disolución de sus sales es superior a 7, siendo el orden creciente del pH de las respectivas disoluciones: pH ($CH_2Cl–COONa$) < pH ($CH_3–CHOH–COONa$) < pH ($CH_3–CHOH–CH_2–COONa$) < pH ($CH_3–CH_2–COONa$).

CUESTIÓN 3.- Para los siguientes equilibrios:

1º) $2\ N_2O_5\ (g) \leftrightarrows 4\ NO_2\ (g) + O_2\ (g)$; 2º) $N_2\ (g) + 3\ H_2\ (g) \leftrightarrows 2\ NH_3\ (g)$

3º) $H_2CO_3\ (aq) \leftrightarrows H^+\ (aq) + HCO_3^-\ (aq)$ 4º) $CaCO_3\ (s) \leftrightarrows CaO\ (s) + CO_2\ (g)$.

a) Escribe las expresiones de K_c y K_p.
b) Razona qué sucederá en los equilibrios 1º y 2º si se aumenta la presión a temperatura constante.

Solución:

a) 1º.- $K_c = \dfrac{[NO_2]^4 \cdot [O_2]}{[N_2O_5]^2}$; $K_p = \dfrac{P_{NO_2}^4 \cdot P_{O_2}}{P_{N_2O_5}^2}$.

2º.- $K_c = \dfrac{[NH_3]^2}{[N_2]\cdot[H_2]^3}$; $K_p = \dfrac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3}$;

3º.- $K_c = K_a = \dfrac{[H^+]\cdot[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$; K_p; por tratarse de un sistema en el que las sustancias se encuentran en disolución y no en estado gaseoso, no tiene existencia esta constante.

4º.- $K_c = [CO_2]$; $K_p = P_{CO_2}$ pues al tratarse de un equilibrio heterogéneo, en las constantes sólo intervienen las sustancias gaseosas.

www.yoquieroaprobar.es

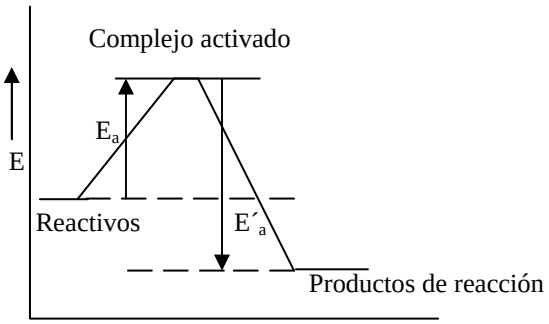
b) Un aumento de la presión provoca una disminución del volumen, y a ésta disminución de la capacidad del reactor, el sistema responde desplazando el equilibrio hacia el miembro en el que aparece un menor número de moles, hacia la izquierda el equilibrio 1º y hacia la derecha el 2º.

CUESTIÓN 4.- Mediante un diagrama de energía-coordenada de reacción, justifica en cada caso si la velocidad de reacción depende de la diferencia de energía entre:

a) reactivos y productos, en cualquier estado de agregación.
b) Reactivos y productos, en su estado estándar.
c) Reactivos y estado de transición.
d) Productos y estado de transición.

Solución:

En el siguiente diagrama energía-coordenada de reacción se comprueba:



a) La diferencia de energía entre los reactivos y productos sólo afecta a la clasificación de la reacción en endotérmica o exotérmica. No afecta para nada a la velocidad de reacción.

b) En estas condiciones se obtiene la variación de entalpía de la reacción. Tampoco afecta a la velocidad de Reacción.

c) Del choque de moléculas con la suficiente energía para alcanzar o superar la energía de activación depende la velocidad de reacción. Cuánto mayor sea la energía de activación, menor será el número de moléculas que la alcance o supere, y menor será la velocidad de reacción, ocurriendo lo contrario mientras menor sea la energía de activación.

d) En este caso, lo aplicado en el apartado anterior sirve para la reacción inversa, pero nunca tiene incidencia en la reacción directa.

OPCIÓN A

PROBLEMA 2.- Utilizando los datos que precise de la tabla adjunta, calcula:

a) La cantidad de calor desprendido en la combustión de 14,5 kg de n-butano.
b) La variación de energía interna del sistema, considerando 25 ºC de temperatura.

Sustancia	C4H8 (g)	C4H10 (g)	CO (g)	CO2 (g)	H2O (g)
ΔHfo (kJ · mol–1)	28,4	– 124,7	– 110,5	– 393,5	– 241,8

DATOS: R = 8,30 J ·L · mol^{-1} · K^{-1}; Ar (C) = 12 u; Ar (H) = 1 u.

Solución:

M (C_4H_{10}) = 58 g · mol^{-1} .

a) La reacción de combustión del n–butano es:

$$C_4H_{10}\,(g) + \frac{13}{2}\,O_2\,(g) \rightarrow 4\,CO_2\,(g) + 5\,H_2O\,(g) \qquad \Delta H^o_{\text{combustión}} = ?$$

Recordando que la entalpía de los elementos químicos es cero, la variación de entalpía de una reacción (calor de combustión por mol de combustible) se calcula, a partir de las entalpías de formación de las sustancias que en ella intervienen, por la expresión:

$$\Delta H_r^o = \Delta H_c^o = \sum \Delta H_{f\ productos}^o - \sum \Delta H_{f\ reactivos}^o = 4\cdot(-393{,}5) + 5\cdot(-241{,}8) - (-124{,}7) = -2658{,}3\ kJ$$

que es el calor desprendido al quemar 1 mol de n–butano.

El calor desprendido al quemar 21,5 kg (21,5 ·10^3 gramos) de n–butano será:

$$14{,}5\cdot 10^3\ \cancel{g\ C_4H_{10}}\cdot\frac{1\ \cancel{mol\ C_4H_{10}}}{58\ \cancel{g\ C_4H_{10}}}\cdot\frac{(-2658{,}3\ kJ)}{1\ \cancel{mol\ C_4H_{10}}} = -664575\ kJ$$

www.yoquieroaprobar.es

b) El primer principio de la termodinámica dice: $\Delta U = Q + W$, y como $Q = \Delta H^o_{combustión}$ y $W = -P \cdot \Delta V = -\Delta n \cdot R \cdot T$, la expresión del primer principio de la termodinámica queda:

$$\Delta U = \Delta H^o_c - \Delta n \cdot R \cdot T$$

En la combustión, se forman 4 moles de dióxido de carbono y 5 moles de agua, mientras que se consumen 1 mol de n–butano y 6,5 moles de oxígeno, con lo que la variación en el número de moles es: $\Delta n = [4 + 5 - (1 + 6,5)] = 1,5$; luego, Sustituyendo en la expresión anterior las variables conocidas por sus valores y operando:

$$\Delta U = -2658,3 \cdot 10^3\ J - (1,5\ \cancel{mol} \cdot 8,32 \frac{J}{\cancel{mol \cdot K}} \cdot 298\ \cancel{K}) = -2662019,04\ J = -2662,019\ kJ$$

Resultado: a) – 664575 kJ; b) – 2662,019 kJ.

OPCIÓN B

PROBLEMA 2.- Se tiene una disolución acuosa de sulfato de cobre (II), $CuSO_4$.

a) Calcula la intensidad de corriente que se necesita pasar a través de la disolución para depositar 5 g de cobre en 30 minutos.

b) ¿Cuántos átomos de cobre se habrán depositado.

DATOS: 1 F = 96500 C · mol^{-1}; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ átomos · mol^{-1}; A_r (Cu) = 63,5 u; 1 C = 1 A · s.

Solución:

1 mol de Co = 63,5 g; $t = 30\ \cancel{min} \cdot \frac{60\ s}{1\ \cancel{min}} = 1800$ s

a) A partir de la ecuación deducida de las leyes de Faraday, se obtiene la intensidad de corriente que se necesita para depositar en el cátodo la masa de cobalto indicada. La semirreacción de reducción es:

Cátodo: $Co^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Cu$, siendo la intensidad de corriente necesaria:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{m \cdot z \cdot F}{M \cdot t} = \frac{5\ \cancel{g} \cdot 2 \cdot 96500\ A\ \cancel{s}}{63,5\ \cancel{g}\ 1800\ \cancel{s}} = 8,44\ A.$$

b) Pasando los gramos de Cu a moles y multiplicándolos por la relación N_A–mol:

$$5\ \cancel{g\ Cu} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ Cu}}{63,5\ \cancel{g\ Cu}} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23}\ átomos\ Cu}{1\ \cancel{mol\ Cu}} = 4,74 \cdot 10^{22}\ \text{átomos Cu.}$$

Resultado: a) I = 8,44 A; b) 4,74 ·10^{22} átomos Cu.

www.yoquieroaprobar.es