

**CUESTIÓN 3.- Sabiendo que la reacción  $A + 2 B \rightarrow 2 C + D$  es de primer orden en cada uno de los reactivos:**

a) Escribe la ecuación de velocidad para la reacción, e indica cuál es el orden total de reacción.

b) Explica si esta reacción puede ocurrir en una sola etapa elemental.

c) Si en un determinado instante el producto C se está formando a la velocidad de  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , ¿a qué velocidad se estará consumiendo el producto A, en ese mismo instante?

d) Indica cómo variarán v y k si la concentración de A se reduce a la mitad.

Solución:

a) La ecuación de velocidad es:  $v = k \cdot [A] \cdot [B]$ , siendo el orden total de la reacción la suma de los ordenes parciales de cada elemento que aparece en la ecuación de velocidad. El orden total de la reacción es  $1 + 1 = 2$ .

b) Para que la reacción se realice en una sola etapa, una molécula de A tendría que reaccionar con dos moléculas de B, siendo el proceso elemental trimolecular, y esto es imposible para un proceso elemental en una sola etapa.

c) Al ser la estequiometría de la reacción 1 a 2 entre estos elementos, ello indica que la velocidad de consumo de A es la mitad que la de C, es decir,  $v_A = 0,5 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

d) Al ser la reacción de orden 1 respecto al reactivo A, la disminución de su concentración a la mitad hace que la velocidad de reacción también se reduzca a la mitad, no afectando esta disminución de la concentración a la constante de velocidad.

**CUESTIÓN 4.- En un recipiente cerrado y vacío, de 10 L de capacidad, se introducen 0,05 moles de  $\text{Cl}_2$  (g) y 0,161 moles de  $\text{NOCl}$  (g), dejando evolucionar la mezcla de gases según el siguiente equilibrio:**



a) Explica brevemente en qué sentido se producirá la reacción.

b) Si alcanzado el equilibrio hay en la mezcla 0,06 moles de  $\text{NO}$  (g), calcula el valor de  $K_c$ .

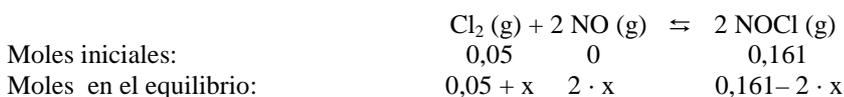
c) Si la mezcla de gases en equilibrio se traslada a un recipiente de 1 L de capacidad, explica brevemente si la cantidad de  $\text{NO}$  (g) aumentará, disminuirá o permanecerá constante.

d) Escribe la expresión general de  $K_p$  en función de  $K_c$  para este equilibrio.

Solución:

a) Al ser el número de moles de  $\text{NOCl}$  introducidos en el reactor superior al doble de moles de  $\text{Cl}_2$  introducidos, y a que no hay como reactivo  $\text{NO}$ , esto pone de manifiesto que la reacción se produce descomponiéndose el  $\text{NOCl}$  en sus componentes, hacia la izquierda

b) Si por cada mol de  $\text{NOCl}$  se descompone x moles, los moles al inicio y en el equilibrio de cada sustancia son:



Si en el equilibrio hay 0,06 moles de  $\text{NO}$ ,  $2 \cdot x = 0,06$  moles,  $x = \frac{0,06 \text{ moles}}{2} = 0,03$  moles.

Los moles de las otras sustancias en el equilibrio son:

$n(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ moles} + 0,03 \text{ moles} = 0,08 \text{ moles}$ ;     $n(\text{NO}) = 2 \cdot 0,03 \text{ moles} = 0,06 \text{ moles}$ ;

$n(\text{NOCl}) = 0,161 \text{ moles} - 0,06 \text{ moles} = 0,101 \text{ moles}$ .

La concentración de cada gas en el equilibrio es:  $[\text{Cl}_2] = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{0,08 \text{ moles}}{10 \text{ L}} = 0,008 \text{ M}$ ;

$[\text{NO}] = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{0,06 \text{ moles}}{10 \text{ L}} = 0,006 \text{ M}$ ;     $[\text{NOCl}] = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{0,101 \text{ moles}}{10 \text{ L}} = 0,0101 \text{ M}$ .

Llevando estos valores de concentración a la constante de equilibrio y operando se tiene el valor de  $K_c$ .  $K_c = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{NO}]^2} = \frac{0,0101^2}{0,008 \cdot 0,006^2} = 354,2$

c) Si se disminuye el volumen del reactor, el sistema responde haciendo que el equilibrio se desplace hacia donde haya un menor número de moles de sustancias gaseosas, es decir, hacia la derecha, por lo que la cantidad de NO disminuirá.

d) La relación existente entre las constantes de equilibrio  $K_c$  y  $K_p$  se encuentra en la expresión:  $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$ , siendo  $\Delta n = a$  la diferencia entre el número de moles de los productos de reacción y el número de moles de los reactivos, es decir,  $\Delta n = 2 - 3 = -1$ , por lo que el valor de la constante de equilibrio  $K_p$  es:  $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{-1}$ .

**Resultado:** b)  $K_c = 354,2$ ; c) hacia la derecha; d)  $K_p = (R \cdot T)^{-1}$ .

**CUESTIÓN 5.** Se realiza la valoración de 30 mL de una disolución de  $\text{HNO}_3$  0,2 M con una disolución de NaOH 0,15 M:

a) Escribe la reacción que tiene lugar e indica cómo será el pH en el punto de equivalencia.

b) ¿Qué volumen de la disolución de NaOH será necesario para llegar al punto de equivalencia?

c) Si se utiliza como indicador el rojo de fenol (amarillo en su forma ácida y rojo en su forma básica; intervalo de viraje: pH 6,4 - 8,2), explica brevemente de qué color estará la disolución valorada una vez sobrepasado el punto de equivalencia.

d) Calcula el pH de la disolución resultante cuando se ha añadido un total de 42 mL de la disolución de NaOH 0,15 M (suponiendo que los volúmenes son aditivos).

Solución:

a) La reacción que se produce es:  $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

En el punto exacto de equivalencia el pH será neutro, ya que se ha añadido la cantidad exacta de base, NaOH, a la disolución del ácido,  $\text{HNO}_3$ , para neutralizarlo. Al haber en la disolución sólo  $\text{NaNO}_3$ , completamente disociado, los iones,  $\text{Na}^+$  y  $\text{NO}_3^-$ , ácido y base conjugados extremadamente débiles de la base NaOH y ácido  $\text{HNO}_3$  muy fuertes, no sufren hidrólisis confirmando que el pH de la disolución es neutro, es decir,  $\text{pH} = 7$ .

b) Como la reacción transcurre mol a mol, el punto de equivalencia se alcanzará cuando se añada a la disolución del ácido los mismos moles de base, NaOH; que moles de ácido,  $\text{HNO}_3$ , hay presentes en la disolución: moles de  $\text{HNO}_3 = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,030 \text{ L} = 0,006 \text{ moles}$ , que son los moles que hay que utilizar de base, los cuales se encuentran disueltos en el volumen de disolución:

$$V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,006 \text{ moles}}{0,15 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,04 \text{ L} = 40 \text{ mL}$$

c) Al sobrepasarse el punto de equivalencia, el pH de la disolución es básico, por lo que el color que adquiere la disolución es rojo.

d) Si para alcanzar el punto de equivalencia se consumen 40 mL de disolución básica, al añadir 42 mL se ha superado el punto de equivalencia en 2 mL de NaOH, y como la base en exceso se encuentra completamente disociada,  $\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ .

Los moles de base contenidos en los 2 mL de NaOH 0,15 M en exceso son  $M \cdot V = 0,15 \cdot 0,002 = 3 \cdot 10^{-4}$  moles, que al encontrarse contenidos en un volumen total de disolución de 30 mL + 42 mL = 72

mL, adquiere una concentración:  $[\text{NaOH}] = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{3 \cdot 10^{-4} \text{ moles}}{72 \text{ mL}} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ , que es también la

concentración de iones hidróxidos:  $[\text{OH}^-] = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ , siendo el pOH de la disolución:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,0042 = 2,4, \text{ siendo el } \text{pH} = 14 - 2,4 = 11,6.$$

**Resultado:** a)  $\text{pH} = 7$ , neutro; b)  $V = 0,04 \text{ L} = 40 \text{ mL}$ ; c) color rojo; d)  $\text{pH} = 11,6$ .

**PROBLEMA 6.-** a) Calcula la masa de HClO, en gramos, necesaria para preparar 2 L de una disolución acuosa de HClO de  $\text{pH} = 4$ .

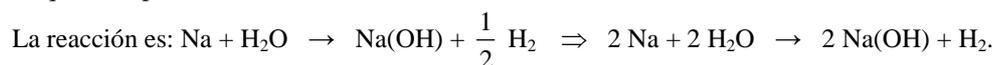
b) Sabiendo que el  $\text{HClO}_4$  es un ácido muy fuerte, explica brevemente qué base será más débil:  $\text{ClO}_4^-$  o  $\text{ClO}^-$ .

**DATOS:**  $K_a(\text{HClO}) = 2,9 \cdot 10^{-8}$ ; masas atómicas: Cl: 35,5; O: 16; H: 1; ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

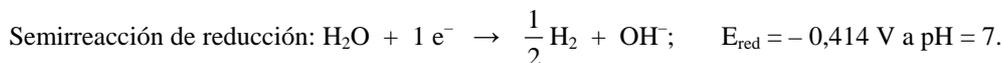
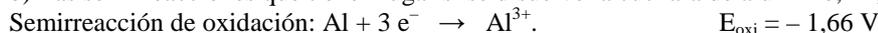
Solución:



a) El metal más reductor del enunciado es el Na y, efectivamente, su reacción con agua es tan exotérmica que es explosiva.

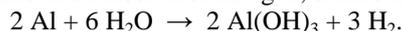


b) Las semirreacciones que tienen lugar si se disuelve la cuchara de aluminio, Al, son:



El potencial de reacción es:  $E_r = E_{(\text{reducción})} - E_{(\text{oxidación})} = -0,414 - (-1,66) = 1,246 \text{ V}$ .

Al ser el potencial de reacción mayor que cero,  $E_r > 0$ , la reacción sería espontánea, es decir, la cuchara de aluminio debe disolverse en agua, siendo la reacción global:



c) De los metales más oxidantes: Cu y Ag, cuyo  $E_{\text{red}}^\circ$  es mayor que 0, de forma que no serán oxidados por los protones del HCl en condiciones estándar ( $E_{\text{red}}^\circ = 0 \text{ V}$ ), (el E de la reacción global sería negativo).

### CUESTIÓN 10.- I) Formula o nombra los siguientes compuestos:

a)  $\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$ :

II) Dado el compuesto  $\text{CH}_2=\text{C(OH)-CH}_3$ :

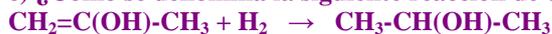
a) Nómbralo.

b) Explica si puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica y/o óptica).

c) Escribe las fórmulas semidesarrolladas de un isómero estructural de función y otro de posición de dicho compuesto.

d) Escribe la ecuación química para la reacción de combustión de este compuesto con  $\text{O}_2$ .

e) ¿Cómo se denomina la siguiente reacción de este compuesto con  $\text{H}_2$ ?



Solución:

I) a)  $\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$ : acetamida o etanamida;      b) ácido ftálico  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$ .

II) Dado el compuesto  $\text{CH}_2=\text{C(OH)-CH}_3$ :

a) propen-2-ol

b) Explica si puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica y/o óptica).

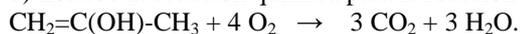
No puede presentar isomería óptica porque no posee ningún carbono asimétrico o quiral. Tampoco puede presentar isomería geométrica, porque uno de los carbonos del doble enlace está unido a dos sustituyentes iguales.

c) Escribe las fórmulas semidesarrolladas de un isómero estructural de función y otro de posición de dicho compuesto.

Posibles isómeros de función:  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ ,  $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_3$ .

Posibles isómeros de posición:  $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH(OH)=CH-CH}_3$ .

d) Escribe la ecuación química para la reacción de combustión de este compuesto con  $\text{O}_2$ .



e) ¿Cómo se denomina la siguiente reacción de este compuesto con  $\text{H}_2$ ?

