

UNIVERSIDADES DE ANDALUCÍA / P.A.U. – LOGSE – JULIO 2020 / ENUNCIADOS

CUESTIÓN B2.- Justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Para un equilibrio, K_p nunca puede ser más pequeña que K_c .
- Para aumentar la concentración de NO_2 en el equilibrio:

$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$, $\Delta H = 58,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, hay que calentar el sistema.

- Un incremento de presión en el siguiente equilibrio:

$2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$, aumenta la producción de metano gaseoso.

Solución:

a) Falsa. De la relación entre las constantes de equilibrio K_p y K_c : $K_p = K_c \cdot (\text{R} \cdot \text{T})^{\Delta n}$, se comprueba que si, Δn es mayor que 0, el valor de K_p es superior al de K_c . ($K_p > K_c$)

Si Δn es igual a 0, el valor de K_p es el mismo que el de K_c . ($K_p = K_c$).

Finalmente, si Δn es menor que 0, el valor de K_p es inferior al valor de K_c . ($K_p < K_c$).

b) Verdadera. Al ser la reacción endotérmica, absorbe calor, un aumento de la temperatura (suministro calor al sistema), hace que el equilibrio se desplace en el sentido endotérmico de la reacción, hacia la derecha, lo que provoca un aumento de la concentración de NO_2 .

c) Falsa. Al aumentar la presión disminuye el volumen del reactor, y el equilibrio se desplaza en el sentido en el que aparece un menor número de moles gaseosos. Ahora bien, como el número de moles es el mismo en ambos miembros del equilibrio, éste no se modifica al aumentar la presión y, por ello, no se incrementa la producción de metano.

CUESTIÓN B4.- Los números atómicos de varios elementos son $Z(\text{A}) = 9$; $Z(\text{B}) = 17$; $Z(\text{C}) = 19$; $Z(\text{D}) = 20$.

Justifica en base a su configuración electrónica:

- Cuál de ellos es un metal alcalino.
- Cuál es el más electronegativo
- Cuál es el de menor energía de ionización.

Solución:

a) La configuración electrónica de los elementos es:

F ($Z = 9$): $1s^2 2s^2 2p^5$;

Cl ($Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;

K ($Z = 19$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$;

Ca ($Z = 20$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$.

Un metal alcalino es el que se encuentra en el grupo 1 de la tabla periódica, es decir, el que posee un solo electrón en su capa de valencia, ns^1 , el potasio, K.

b) Esta es una propiedad periódica que mide la fuerza atractiva de los electrones de un enlace covalente, por parte de los átomos que se encuentran unidos. Como crece en un período al avanzar en él de izquierda a derecha y al subir en un mismo grupo, se deduce que el elemento más electronegativo es el cloro.

c) Esta es también una propiedad periódica que se refiere a la energía que hay que aplicar a un átomo neutro, gaseoso y en su estado fundamental, para arrancarle un electrón de la capa de valencia y formar un catión, también gaseoso y en su estado fundamental.

Crece al avanzar en un período de izquierda a derecha al crecer en ese sentido la fuerza atractiva del núcleo sobre los electrones de valencia (los electrones se sitúan en el mismo nivel energético y son más fuertemente retenidos por la carga nuclear), y al subir en un grupo (los electrones de valencia se van situando en orbitales cada vez menos alejados del núcleo y son más fuertemente retenidos por la carga nuclear), lo que pone de manifiesto que es el potasio, K, el elemento con la energía de ionización más baja.

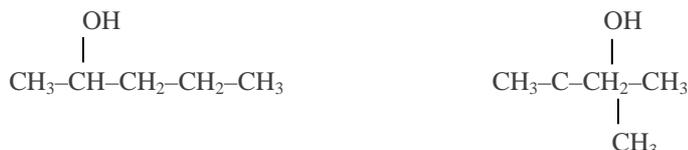
CUESTIÓN B6.- Dado el compuesto $\text{CH}_3\text{--CHOH--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$:

- Justifica si tiene un isómero de cadena
- Escribe su reacción de deshidratación
- Razona si presenta isomería óptica.

Solución:

a) Isómeros de cadena son los que se diferencian en la colocación de algún átomo o grupo de átomos en la cadena.

Si se sitúa en otro carbono uno de los $-\text{CH}_2-$, se tiene un isómero de cadena del compuesto propuesto:



b) La deshidratación del compuesto produce un alqueno, situándose el doble enlace de forma mayoritaria, según la regla de Saytzeff, en el carbono con menos hidrógenos. Su ecuación es:



c) Isomería óptica es la que presentan las sustancias que poseen un carbono quiral o asimétrico, es decir, un carbono unido a cuatro sustituyentes distintos.

El compuesto propuesto, el 2-pentanol posee un carbono quiral o asimétrico, el 2, que se une a un grupo alcohol, un hidrógeno, un grupo $-\text{CH}_3$ y un grupo $-\text{CH}_2-$.

PROBLEMA C1.- En un recipiente cerrado y vacío de 5L de capacidad, a 727°C , se introducen 1 mol de selenio y 1 mol de dihidrógeno, alcanzándose el equilibrio siguiente:

$\text{Se}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{Se}(\text{g})$. Cuando se alcanza el equilibrio se observa que la presión en el interior del recipiente es de 18,1 atm. Calcula:

a) Las concentraciones de cada una de las especies en el equilibrio.

b) El valor de las constantes K_p y K_c .

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

a) Siendo x los moles de Se e H_2 que reaccionan, los moles iniciales y en el equilibrio de las distintas especies son:



Los moles totales de las distintas especies en el equilibrio son: $n_t = 1 - x + 1 - x + x = 2 - x$.

Llevando estos moles a la ecuación de estado de los gases ideales, sustituyendo las variables conocidas por sus valores, despejando los moles y operando, sale para x el valor:

$$P \cdot V = n_t \cdot R \cdot T \Rightarrow n_t = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow 2 - x = \frac{18,1 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1.000 \text{ K}} = 1,1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 - x = 1,1 \rightarrow x = 2 - 1,1 = 0,9 \text{ moles.}$$

La concentración de cada especie en el equilibrio es: $[\text{Se}] = [\text{H}_2] = \frac{1-0,9}{5} = 0,02 \text{ M}$;

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{0,9}{5} = 0,18 \text{ M.}$$

b) Conocida la concentración de cada especie en el equilibrio, llevando sus valores a la constante de equilibrio K_c y operando se obtiene su valor: $K_c = \frac{[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{Se}] \cdot [\text{H}_2]} = \frac{0,18}{0,02 \cdot 0,02} = 450$.

De la relación entre las constantes de equilibrio se obtiene el valor de K_p :

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}, \text{ y como } \Delta n = 1 - 2 = -1, \text{ resulta: } K_p = 450 \cdot (0,082 \cdot 1.000)^{-1} = 5,49$$

Resultado: a) $[\text{Se}] = [\text{H}_2] = 0,02 \text{ M}$; $[\text{H}_2\text{S}] = 0,18 \text{ M}$; b) $K_c = 450$; $K_p = 5,49$.

PROBLEMA C2.-a) Calcula la solubilidad del fluoruro de calcio, CaF_2 , en agua pura.

b) Calcula la solubilidad del fluoruro de calcio, CaF_2 , en una disolución de fluoruro de sodio, NaF , 0,2 M.

DATOS: $K_{ps}(\text{CaF}_2) = 3,5 \cdot 10^{-11}$.

Solución:

a) El equilibrio de ionización de la sal es: $\text{CaF}_2 \rightleftharpoons 2\text{F}^- + \text{Ca}^{2+}$, y siendo S la solubilidad del ión calcio, igual a la concentración de la sal, es decir, $S = [\text{CaF}_2] = [\text{Ca}^{2+}]$, la solubilidad del ión fluoruro

es 2S, y si de despeja S de la expresión del producto de solubilidad, se sustituyen valores y se opera, se obtiene su valor:

$$K_{ps} = [F^-]^2 \cdot [Ca^{2+}] = (2S)^2 \cdot S = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{3,5 \cdot 10^{-11}}{4}} = \sqrt[3]{8,75 \cdot 10^{-12}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

b) La sal NaF se encuentra totalmente ionizada, por lo que, la concentración de iones fluoruros es 0,2 M, muy superior a la del fluoruro procedente de la sal fluoruro de calcio, por lo que se considera, única concentración, la del ión fluoruro procedente del NaF.

Despejando del producto de solubilidad la concentración del ión calcio, se sustituyen valores y se opera se tiene el valor:

$$K_{ps} = [F^-]^2 \cdot [Ca^{2+}] \Rightarrow [Ca^{2+}] = \frac{K_{ps}}{[F^-]^2} = \frac{3,5 \cdot 10^{-11}}{0,2^2} = 8,75 \cdot 10^{-10} \text{ M.}$$

Resultado: a) $S = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; b) $S = 8,75 \cdot 10^{-10} \text{ M}$.

PROBLEMA C3.- Se quiere preparar 500 mL de una disolución acuosa de amoníaco (NH_3) 0,1M a partir de amoníaco comercial de 25% de riqueza y una densidad de $0,9 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

a) Determina el volumen de amoníaco comercial necesario para preparar dicha disolución.

b) Calcula el pH de la disolución de 500 mL de amoníaco 0,1M y el grado de disociación.

DATOS: $K_b(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $A_r(H) = 1$; $A_r(N) = 14$ u.

Solución:

a) Un litro de la disolución de partida de amoníaco comercial tiene una concentración molar:

$$0,9 \frac{\text{g disolución}}{\text{mL disolución}} \cdot \frac{1000 \text{ mL disolución}}{\text{L disolución}} \cdot \frac{25 \text{ g } NH_3}{100 \text{ g disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol } NH_3}{17 \text{ g } NH_3} = 13,24 \text{ M.}$$

Los moles de NH_3 contenidos en los 500 mL de la disolución a preparar son:

$n(NH_3) = M \cdot V = 0,1 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ moles}$, que son los que proceden de la disolución comercial. Luego, el volumen de dicha disolución en la que se encuentran disueltos estos moles es:

$$n(NH_3) = M' \cdot V' \Rightarrow 0,05 \text{ moles} = 13,24 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot V' \Rightarrow V' = \frac{0,05 \text{ moles}}{13,24 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,0037 \text{ L} = 3,7 \text{ mL.}$$

b) Para calcular el pH hay que conocer la concentración de iones OH^- . Llamando "x" a la concentración de base que se disocia, la concentración en el equilibrio de las distintas especies que lo forman son:

$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

Concentración en el equilibrio: $0,1 - x$ x x

que sustituidas en la constante básica, K_b , del amoníaco, despreciando x en el denominador por ser muy inferior a 0,1, sale para el valor de x:

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,1 - x} \Rightarrow x = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ M.}$$

Como la concentración de iones amonio y oxidrilos es su concentración por el grado de ionización, es decir, $[NH_4^+] = [OH^-] = c \cdot \alpha$, sustituyendo valores, despejando α y operando se obtiene el valor del grado de ionización: $1,34 \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{1,34 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,34 \cdot 10^{-2} = 0,0134$.

De la concentración de iones $OH^- = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ se determina el pOH de la disolución, que restado de 14 proporciona el pH de la misma: $pOH = -\log [OH^-] = -\log 1,34 \cdot 10^{-3} = 3 - \log 1,34 = 3 - 0,127 = 2,87$, y el pH: $pH = 14 - pOH = 14 - 2,87 = 11,13$.

Resultado: a) $V = 3,7 \text{ mL}$; b) $pH = 11,13$.

PROBLEMA C4.- El dicloro es un gas muy utilizado en la industria química, por ejemplo, como blanqueador de papel o para fabricar productos de limpieza. Se puede obtener según la reacción:



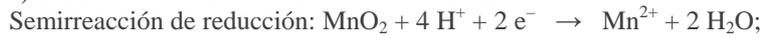
a) Ajusta las reacciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.

b) Calcula el volumen de una disolución de HCl 5M y la masa de óxido de manganeso (IV) que se necesitan para obtener 42,6 g de dicloro gaseoso.

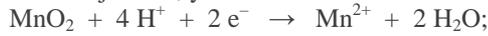
DATOS: $A_r(O) = 16$ u; $A_r(Cl) = 35,5$ u; $A_r(Mn) = 55$ u.

Solución:

a) Las semirreacciones de oxido-reducción son:



Sumando ambas semirreacciones se eliminan los electrones intercambiados y se obtiene la ecuación iónica ajustada, y de ella se determina la ecuación molecular ajustada:



Teniendo presente que los protones corresponden al ácido clorhídrico, se tiene la ecuación molecular ajustada: $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

b) Los moles de dicloro que se quieren obtener son: $n(\text{Cl}_2) = \frac{42,6 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,6 \text{ moles}$.

Al ser la estequiometría de la reacción 4 a 1, es decir, 4 moles de ácido producen 1 mol de dicloro, los moles de HCl que se consumen son $4 \cdot 0,6 = 2,4$ moles de HCl, los cuáles se encuentran contenidos en el volumen: $n(\text{HCl}) = M \cdot V \Rightarrow V = \frac{n(\text{HCl})}{M} = \frac{2,4 \text{ moles}}{5 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,48 \text{ L}$.

Al ser la estequiometría de la reacción 1 a 1, es decir, 1 mol de dióxido de manganeso produce 1 mol de dicloro, los moles que se consumen del dióxido son 0,6 moles, a los que corresponden una masa:

$$0,6 \text{ moles} \cdot 87 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 52,2 \text{ g de MnO}_2.$$

Resultado: b) V = 0,48 L HCl; 52,2 g MnO₂.