

OPCIÓN A

PROBLEMA 2.- La adición de 0,04 moles de una base débil, BOH, a un determinado volumen de agua permite la obtención de 0,5 L de una disolución con un pH de 11,08. Calcula:

- La concentración inicial de la base en esta disolución.
- La concentración de iones OH^- de la misma.
- La constante de basicidad de la base BOH.

Solución:

a) La concentración inicial de la base es: $M = \frac{0,04 \text{ moles}}{0,5 \text{ L}} = 0,08 \text{ M}$.

b) Si el pH de la disolución es 11,08, el pOH será: $\text{pOH} = 14 - 11,08 = 2,92$, y la concentración de los iones OH^- : $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2,92} = 10^{0,08} \cdot 10^{-3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

c) La concentración de los iones B^+ es la misma que la de los iones OH^- , $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, mientras que la de la base en el equilibrio será: $[\text{BOH}] = 0,08 - 0,0012 = 0,0788 \text{ M}$, y sustituyendo estos valores de concentración en la constante básica de la base y operando:

$$K_b = \frac{[\text{B}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}}{0,0788 \text{ M}} = 1,83 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Resultado: a) $[\text{BOH}] = 0,08 \text{ M}$; b) $[\text{OH}^-] = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; c) $K_a = 1,83 \cdot 10^{-5}$.

CUESTIÓN 2.- Las especies $^{60}\text{Co}_{27}$, $^{59}\text{Fe}_{26}$ y $^{62}\text{Cu}_{29}$, tienen:

- Igual número de electrones.
- Igual número de protones más neutrones.
- El mismo número de neutrones.

Decide razonadamente cuál es la respuesta correcta.

Solución:

Los superíndices de los elementos corresponden al número másico (protones más neutrones), y los subíndices al número atómico (número de protones).

a) Al ser los átomos eléctricamente neutros, los electrones de la corteza coinciden con los protones del núcleo. Luego, al ser distintos los números atómicos de las especies propuestas, 26, 27 y 29, tienen distinto número de electrones en la corteza.

b) Los números másicos de las especies son la suma de los protones y neutrones, luego, si estos números son distintos, los protones más neutrones de cada especie son también diferentes.

c) Para conocer si el número de neutrones en cada especie es el mismo, restando al número másico A el número de protones Z, se obtiene el número de neutrones en el núcleo, es decir, $N = A - Z$, siendo el número de protones de cada una de las especies que se proponen:

$$N(^{60}\text{Co}_{27}) = 60 - 27 = 33 \text{ neutrones}; \quad N(^{59}\text{Fe}_{26}) = 59 - 26 = 33 \text{ neutrones};$$

$$N(^{62}\text{Cu}_{29}) = 62 - 29 = 33 \text{ neutrones}.$$

De donde se concluye, que en las especies propuestas el número de neutrones es el mismo.

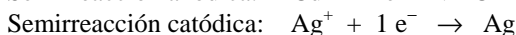
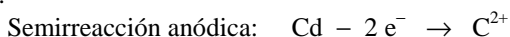
CUESTIÓN 3.- Sea una pila constituida por un electrodo de plata sumergido en una disolución de nitrato de plata y un electrodo de cadmio sumergido en una disolución de nitrato de cadmio. Escribe la reacción química que se produce en esta pila y calcula su fuerza electromotriz estándar.

DATOS: $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

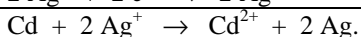
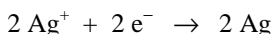
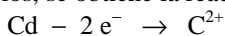
Solución:

En el ánodo (–) de la pila se produce la oxidación del par de menor valor positivo o más negativo de su potencial normal de reducción, oxidación del cadmio metálico, y en el cátodo (+) la reducción del

par de mayor valor positivo o menos negativo de su potencial normal de reducción, reducción del ión plata (I).



Multiplicando la semirreacción de reducción por 2 para igualar los electrones y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la reacción iónica ajustada:



La fuerza electromotriz de la pila es: $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80\text{ V} - (-0,40)\text{ V} = 1,20\text{ V}$.

También se puede obtener el potencial estándar de la pila, incluyendo en cada semirreacción su potencial estándar de reducción, cambiando el signo a la que se oxida, y sumar ambas semirreacciones y potenciales.

Resultado: $E^\circ_{\text{pila}} = 1,20\text{ V}$.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- Cuando se calienta a 250 °C el pentacloruro de fósforo, se descompone según el equilibrio: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. En un matraz de 5 L, a esa temperatura y presión de 9 atm, se establece el equilibrio con la siguiente composición: 0,18 moles de $\text{PCl}_5(\text{g})$, 0,05 moles de $\text{PCl}_3(\text{g})$ y 0,82 moles de $\text{Cl}_2(\text{g})$. Calcula:

a) La presión parcial de cada gas en el equilibrio.

b) El valor de las constantes de equilibrio K_p y K_c a 250 °C para esa reacción.

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

Solución:

a) La presión de cada gas, en el equilibrio, se obtiene aplicando a sus moles la ecuación de estado de los gases ideales, ocupando cada uno todo el volumen del recipiente:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{PCl}_5} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,18 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 523 \text{ K}}{5 \text{ L}} = 1,54 \text{ atm.}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{PCl}_3} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,05 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 523 \text{ K}}{5 \text{ L}} = 0,43 \text{ atm.}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{Cl}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,82 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 523 \text{ K}}{5 \text{ L}} = 7,03 \text{ atm.}$$

b) Sustituyendo las presiones anteriores en la constante de equilibrio K_p y operando:

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{0,43 \text{ atm} \cdot 7,03 \text{ atm}}{1,54 \text{ atm}} = 1,96 \text{ atm, y de la relación entre } K_p \text{ y } K_c \text{ se obtiene el valor de}$$

$$\text{ésta: } K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}}, \Delta n = 2 - 1 = 1 \Rightarrow K_c = \frac{1,96 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 523 \text{ K}} = 0,0457 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Resultado: $P(\text{PCl}_5) = 1,54\text{ atm}$; $P(\text{PCl}_3) = 0,43\text{ atm}$; $P(\text{Cl}_2) = 7,03\text{ atm}$; b) $K_p = 1,96\text{ atm}$; $K_c = 0,0457\text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$.

CUESTIÓN 2.- Los nombres de los siguientes compuestos orgánicos son erróneos:

a) 1-butanona; b) 2-etil-1-propanol.

Formúlalos e indica su nombre correcto.

Solución:

a) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$, butanal;

b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2\text{OH}$, 2-metil-1-butanol.

CUESTIÓN 3.- El siguiente enunciado es falso; rescríbalo correctamente: “Una disolución acuosa de acetato de sodio es menos ácida y tiene un pH más bajo que una disolución de ácido clorhídrico de la misma concentración”. Justifica la respuesta.

Solución:

Una disolución acuosa de acetato de sodio es menos ácida (es básica) y tiene un pH más alto que una disolución de ácido clorhídrico de la misma concentración.

Esto es debido a que el ácido clorhídrico, muy fuerte, está en disolución totalmente disociado, siendo muy elevada la concentración de iones H_3O^+ y su pH muy inferior a 7; mientras que el ión acetato, al hidrolizarse, aumenta la concentración de iones OH^- haciendo que la disolución sea básica, siendo su pH superior a 7.