

OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- En un matraz de 2 L se introducen 2 moles de N_2 y 6 moles de H_2 , calentándose la mezcla hasta $327\text{ }^\circ\text{C}$. A esta temperatura se establece el equilibrio: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$. Si la reacción tiene lugar en un 60 %, calcula:

- La concentración de cada especie en el equilibrio.
- Las constantes K_c y K_p para ese equilibrio.
- ¿Cómo afecta al equilibrio un aumento de la presión? Justifica la respuesta.

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

Solución:

a) Según la estequiometría de la reacción, de cada mol de N_2 reaccionan 0,6 moles y de H_2 $3 \cdot 0,6$ moles, formándose $2 \cdot 0,6$ moles de NH_3 , luego si se parte de doble número de moles de N_2 y de H_2 , los moles iniciales y en el equilibrio de cada especie son:

	$N_2(g)$	+	$3 H_2(g)$	\rightleftharpoons	$2 NH_3(g)$
Moles iniciales:	2		6		0
Moles en el equilibrio:	$2 - 2 \cdot 0,6$		$6 - 3 \cdot 2 \cdot 0,6$		$2 \cdot 2 \cdot 0,6$
	0,8		2,4		2,4

que al encontrarse en un recipiente de 2 L de capacidad, sus concentraciones son:

$$[N_2] = \frac{0,8\text{ moles}}{2\text{ L}} = 0,4\text{ M}; \quad [H_2] = \frac{2,4\text{ moles}}{2\text{ L}} = 1,2\text{ M}; \quad [NH_3] = \frac{2,4\text{ moles}}{2\text{ L}} = 1,2\text{ M}.$$

b) Sustituyendo los valores de las concentraciones en la expresión de la constante de equilibrio K_c se obtiene su valor:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{1,2^2\text{ M}^2}{0,4\text{ M} \cdot 1,2^3\text{ M}^3} = 2,08\text{ M}^{-2}.$$

De la relación existente entre K_c y K_p se obtiene el valor de ésta:

$K_c = K_p \cdot (R \cdot T)^{-\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$, y como $\Delta n = 2 - (1 + 3) = -2$, resulta que el valor de K_p es:

$$K_p = \frac{K_c}{(R \cdot T)^2} = \frac{2,08\text{ moles}^{-2} \cdot \text{L}^2}{(0,082\text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 600\text{ K})^2} = 8,59 \cdot 10^{-4}\text{ atm}^{-2}.$$

c) Al aumentar la presión disminuye el volumen, y ante la disminución de capacidad del reactor el sistema reacciona desplazando el equilibrio en el sentido en el que aparece un menor número de moles, menos cantidad de materia, hacia la derecha.

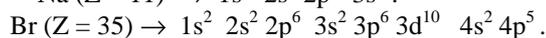
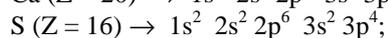
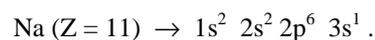
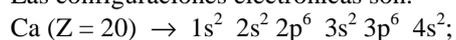
Resultado: a) $[N_2] = 0,4\text{ M}$; $[H_2] = 1,2\text{ M}$; $[NH_3] = 1,2\text{ M}$; b) $K_c = 2,08\text{ M}^{-2}$; $K_p = 8,59 \cdot 10^{-4}\text{ atm}$; c) **Hacia la formación de NH_3 .**

CUESTIÓN 1.- Escribe las configuraciones electrónicas del Ca ($Z = 20$), Na ($Z = 11$), S ($Z = 16$) y Br ($Z = 35$).

- Cuáles de los siguientes iones es probable que se forme y cuáles no: Ca^{2+} , Na^{2+} , S^{2-} , Br^{2-} .
- Indica cuál de las especies tendrá mayor radio: S o S^{2-} . ¿Y en el caso Ca y Ca^{2+} ?

Solución:

Las configuraciones electrónicas son:



a) Todos los átomos tienden a conseguir configuración electrónica estable, de gas noble, para lo cual, unos pierden electrones y otros los ganan para adquirir el octeto electrónico, es decir, ocho electrones en su último nivel.

De las configuraciones electrónicas se deduce que los iones estables que pueden formarse son:

Ca^{2+} , existe, pues al perder los dos electrones 4s queda con ocho electrones en su último nivel.

Na^{2+} , no puede existir ya que el átomo de sodio sólo tiene un electrón en el orbital 3s y al perderlo queda con el octeto electrónico, 8 electrones en el último nivel energético. Si existe el ión Na^+ .

S^{2-} , existe debido a que al ganar dos electrones consigue ocho electrones en su nivel de valencia.

Br^{2-} , no existe, pues el átomo de bromo sólo puede ganar un electrón para conseguir estructura estable de gas noble. Existe el ión Br^- .

b) De las especies S o S^{2-} , la de mayor radio es S^{2-} , pues los dos electrones ganados y ubicados en su último nivel energético, provoca un incremento de las fuerzas repulsivas que origina un aumento del volumen y, por tanto, del radio del ión.

En las especies Ca y Ca^{2+} , al perder el átomo de calcio 2 electrones, la fuerza atractiva sobre los restantes es mayor, provocando una contracción del volumen y, por tanto, una disminución del radio del ión.

CUESTIÓN 3.- Explica brevemente una diferencia fundamental entre los conceptos de orbita, del modelo atómico de Bohr y orbital, del modelo atómico de la nube de carga.

Solución:

En el modelo atómico de Bohr, orbita es la línea que describe un electrón al girar alrededor del núcleo.

En el modelo atómico de la nube de carga, orbital es la región del espacio, alrededor del núcleo, en la que existe la máxima probabilidad de encontrar el electrón.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.-Un ácido débil HA tiene una constante de ionización K_a de $3 \cdot 10^{-6}$.

a) **Calcula las concentraciones en equilibrio de A^- , HA y H_3O^+ en una disolución 0,02 M del ácido.**

b) **¿Qué pH tiene esa disolución?**

Solución:

a) La ecuación de la ionización del ácido es: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$.

Llamando x a la concentración de ácido que se disocia, las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies son:



Sustituyendo estas concentraciones en la constante de acidez del ácido:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow 3 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,02 - x}, \text{ despreciando } x \text{ en el denominador y operando:}$$

$x = \sqrt{3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,02} = 2,45 \cdot 10^{-4}$. Las concentraciones de las especies en el equilibrio son:

$$[\text{HA}] = 0,02 - 0,000245 = 0,019755 \text{ M}; \quad [\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,45 \cdot 10^{-4} \text{ M}.$$

b) El pH es: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2,45 \cdot 10^{-4}) = 4 - \log 2,45 = 4 - 0,4 = 3,6$.

Resultado: a) $[\text{HA}] = 0,019755 \text{ M}$; $[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2,45 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; b) $\text{pH} = 3,6$.

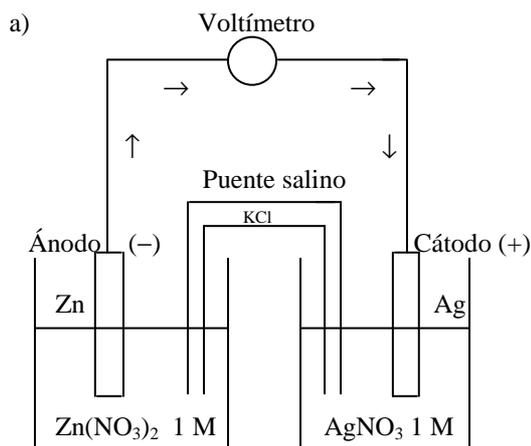
CUESTIÓN 1.-Se monta una pila galvánica introduciendo un electrodo de cinc en una disolución 1 M de nitrato de cinc, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, y un electrodo de plata en una disolución 1 M de nitrato de plata, AgNO_3 .

a) **Dibuja un esquema de la pila indicando el cátodo, el ánodo y el sentido de la corriente de electrones por el circuito externo.**

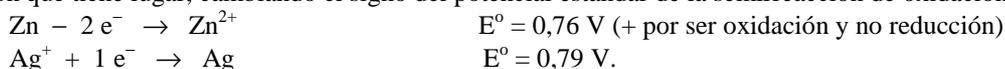
b) **Calcula la fuerza electromotriz estándar E^0 de la pila.**

DATOS: $E^0 \text{Zn}/\text{Zn}^{2+} = -0,76 \text{ V}$; $E^0 \text{Ag}/\text{Ag}^+ = 0,79 \text{ V}$.

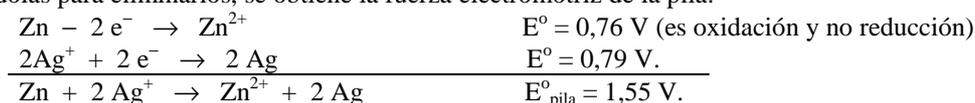
Solución:



b) Para calcular la fuerza electromotriz de la pila se establecen las semirreacciones de oxidoreducción que tiene lugar, cambiando el signo del potencial estándar de la semirreacción de oxidación:



Multiplicando la semirreacción de reducción por 2 para igualar los electrones intercambiados y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la fuerza electromotriz de la pila:



Resultado: b) f.e.m. = 1,55 V.

CUESTIÓN 2.- Formula los siguientes compuestos. Indica cuáles de ellos presentan isomería óptica.

a) 2-propanol; b) Ácido 2-hidroxipropanoico; c) 3-etilpentano.

Solución:

a) CH₃-CHOH-CH₃; b) CH₃-CHOH-COOH; c) CH₃-CH₂-CH(CH₂CH₃)-CH₂-CH₃.

Sólo el compuesto ácido 2-hidroxipropanoico presenta isomería óptica, pues es el único que posee un carbono asimétrico o quiral (con cuatro sustituyentes distintos, H₃C-, -H, -OH y -COOH).

CUESTIÓN 3.- El dióxido de azufre, SO₂, y el dióxido de nitrógeno, NO₂, son moléculas polares, mientras que el dióxido de carbono no es polar. ¿Qué sugiere esto sobre la estructura de estos óxidos?

Solución:

Una molécula es polar cuando el momento dipolar resultante de los momentos dipolares de los enlaces es mayor que cero.

Las moléculas SO₂ y NO₂ formadas por tres átomos, uno central el S y N y dos oxígenos en los extremos de cada una, son polares por poseer una geometría angular y un momento dipolar resultante, mientras que la molécula CO₂, con la misma composición atómica, es apolar por no poseer momento dipolar resultante debido a presentar una geometría lineal y compensarse los momentos dipolares de enlaces.