

## OPCIÓN A

**CUESTIÓN 1.- Indica razonadamente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:**

- A temperatura ambiente  $\text{CCl}_4$  es líquido y  $\text{Cl}_4$  es sólido.
- La sustancia  $\text{K}_2\text{S}$  conduce la corriente eléctrica en estado sólido.
- La molécula de  $\text{CCl}_4$  es apolar porque sus enlaces C-Cl presentan momento dipolar nulo.

Solución:

a) Verdadera. El  $\text{CCl}_4$  es una sustancia covalente cuyas moléculas se encuentran unidas por débiles fuerzas de Van der Waals, siendo líquida a temperatura ambiente.

El  $\text{Cl}_4$ , de mucha más masa es sólido a temperatura ambiente.

b) Falso. Solo los metales pueden conducir la corriente en estado sólido, y al no ser el  $\text{K}_2\text{S}$  un metal, sino un compuesto iónico, en estado sólido, los iones se encuentran fijos en su estructura iónica, lo que pone de manifiesto que no son conductores de la corriente eléctrica.

c) Falsa. El enlace C - Cl, debido a la diferencia de electronegatividad entre los elementos, es polar, pero al ser la estructura de la molécula tetraédrica regular, el momento dipolar resultante de la molécula, suma vectorial de los momentos dipolares de los enlaces, es igual a cero, es decir,  $\mu = 0$ , lo que pone de manifiesto que la molécula es apolar.

**PROBLEMA 1.- Sea una disolución acuosa de  $\text{NH}_3$  de concentración  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Calcula:**

a) La constante de basicidad del  $\text{NH}_3$ .

b) El grado de disociación del  $\text{NH}_3$ .

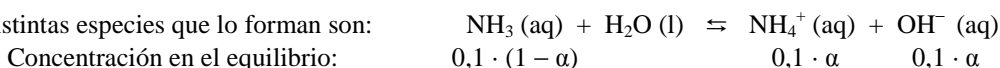
**DATOS:**  $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,7 \cdot 10^{-10}$ .

Solución:

a) De la constante ácida del ácido conjugado del amoníaco y la constante de ionización del agua, se determina la constante de basicidad del amoníaco:

$$K_a \cdot K_b = K_w \text{ de donde } K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{5,7 \cdot 10^{-10}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

b) Llamando  $\alpha$  al grado de ionización de la base que se disocia, la concentración en el equilibrio de las distintas especies que lo forman son:

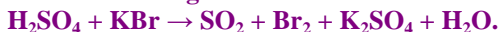


Sustituyendo estos valores en la constante  $K_b$  del amoníaco, despreciando  $\alpha$  en el denominador por ser muy inferior a 0,1 y operando, sale para el valor de  $\alpha$ :

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 1,75 \cdot 10^{-5} = \frac{(0,1 \cdot \alpha)^2}{0,1 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,75 \cdot 10^{-6}}{0,01}} = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

**Resultado:** a)  $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ; b)  $\alpha = 1,32 \%$ .

**CUESTIÓN 4.- Sea la siguiente reacción de oxidación-reducción:**

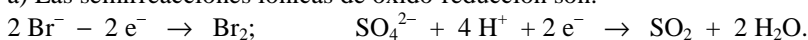


a) Ajústala por el método del ión-electrón.

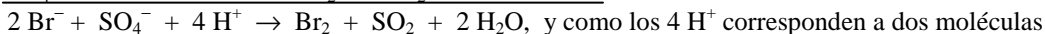
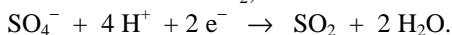
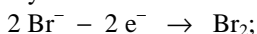
b) Identifica justificadamente el agente oxidante y el agente reductor.

Solución:

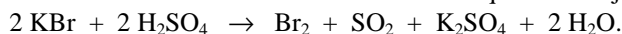
a) Las semirreacciones iónicas de oxido-reducción son:



Multiplicando la primera semirreacción por 3 y la segunda semirreacción por 2 para igualar los electrones y sumándolas:



de ácido sulfúrico, llevando los coeficientes a la ecuación molecular queda esta ajustada:



b) Oxidante es la especie que provoca la oxidación de otra especie reduciéndose él, mientras que reductor es la especie que reduce a otra especie oxidándose él. Luego, el agente oxidante es el ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , que se reduce a óxido de azufre (IV), y el agente reductor es el bromuro de potásico,  $\text{KBr}$ , que se oxida a bromo molecular.

## OPCIÓN B

**PROBLEMA 1.- Sabiendo que el producto de solubilidad ( $K_{ps}$ ) de la especie  $\text{Zn(OH)}_2$  es igual a  $2 \cdot 10^{-17}$ :**

a) Calcula el pH de una disolución saturada de dicha especie.

b) Calcula la concentración de  $\text{Zn}^{2+}$  en una disolución saturada de  $\text{Zn(OH)}_2$ . Expresa el resultado en  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

c) Si  $K_{ps}(\text{Co(OH)}_2) = 1,6 \cdot 10^{-15}$ , indica razonadamente cuál de los dos hidróxidos es más soluble en agua.

DATO:  $A_r(\text{Zn}) = 65,4 \text{ u}$ .

Solución:

a) El equilibrio de ionización del hidróxido es:  $\text{Zn(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ .

De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la sal en disolución es  $S$ , moles  $\cdot \text{L}^{-1}$ , como por cada mol de sal que se disocia produce 1 mol de iones  $\text{Zn}^{2+}$  y 2 moles de iones  $\text{OH}^-$ , la solubilidad de los iones  $\text{Zn}^{2+}$  es  $S$ , y la de los iones  $\text{OH}^-$  es  $2 \cdot S$ .

Del producto de solubilidad:  $P_s = [\text{Zn}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = S \cdot (2 \cdot S)^2 = 4 \cdot S^3$ , sustituyendo las variables conocidas por sus valores, despejando  $S$  y operando:

$$2 \cdot 10^{-17} = 4 \cdot S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-17}}{4}} = \sqrt[3]{5 \cdot 10^{-18}} = 2,236 \cdot 10^{-6} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

La concentración de  $\text{OH}^-$  es:  $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 2,236 \cdot 10^{-6} = 4,472 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ , correspondiendo a la disolución un pOH:  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 4,472 \cdot 10^{-6} = 6 - \log 4,472 = 6 - 0,65 = 5,35$ .

El pH de la disolución es:  $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5,35 = 8,65$ .

b) La concentración de iones  $\text{Zn}^{2+}$  en la disolución es  $[\text{Zn}^{2+}] = S = 2,236 \cdot 10^{-6} \text{ M}$ , que expresada en  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  es:  $2,236 \cdot 10^{-6} \frac{\text{moles}}{\text{L}} \cdot \frac{99,4 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 2,22 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

c) El producto de solubilidad de las sustancias indica la mayor o menor solubilidad del compuesto en agua. A menor producto de solubilidad, menor solubilidad del compuesto, y a mayor producto de solubilidad mayor solubilidad del compuesto. Luego, al ser el producto de solubilidad del  $\text{Co(OH)}_2$  mayor que el del  $\text{Zn(OH)}_2$ , es decir,  $K_{ps}[\text{Co(OH)}_2] > K_{ps}[\text{Zn(OH)}_2]$ , mayor es la solubilidad del  $\text{Co(OH)}_2$ .

**Resultado: a) pH = 8,65; b)  $[\text{Zn}^{2+}] = 2,22 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ; c)  $\text{Co(OH)}_2$ .**

**PROBLEMA 2.- Se dispone de 1 L de una disolución de un ácido débil de fórmula molecular AH, con una concentración  $0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Si el grado de disociación es del 22%:**

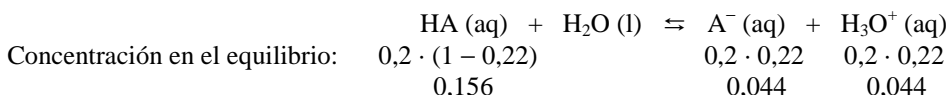
a) Calcula la constante de acidez de la especie AH.

b) Calcula el pH de dicha disolución.

c) Justifica la veracidad o falsedad de la siguiente afirmación: “La base conjugada del ácido AH no sufre hidrólisis”.

Solución:

a) Las concentraciones en el equilibrio de las especies que lo forman son:



Sustituyendo estas concentraciones en la constante ácida,  $K_a$ , del ácido y operando sale para  $K_a$  el valor:  $K_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]} = \frac{0,044 \cdot 0,044}{0,156} = 1,24 \cdot 10^{-2}$ .

b) Al ser la concentración de iones oxonios,  $[H_3O^+]$ , 0,044 M, el pH de la disolución es:  
 $pH = -\log [H_3O^+] = -\log 0,044 = 1,356$ .

c) Si se considera el ácido muy fuerte, por su pH y constante de acidez, su base conjugada no sufre hidrólisis por ser extremadamente débil, pero si, por el contrario, el ácido se considera sólo fuerte, su base conjugada no sería tan débil como para no sufrir hidrólisis. Luego, dependiendo de la consideración que se tenga del ácido, la afirmación propuesta puede ser verdadera o falsa.

**Resultado: a)  $K_a = 1,24 \cdot 10^{-2}$ ; b)  $pH = 1,356$ .**

**PROBLEMA 3.- En un recipiente de 10 L en el que se ha hecho vacío se introducen 56 g de  $N_2$  y 2 g de  $H_2$ . Se calienta la mezcla a 300 °C estableciéndose el siguiente equilibrio:**

**$N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ . Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de  $H_2$  es igual al de  $NH_3$ .**

**a) Calcula los moles de cada componente en el equilibrio.**

**b) Calcula  $K_c$  y  $K_p$ .**

**c) Razona como afectaría al equilibrio una disminución del volumen del sistema.**

**DATOS:  $A_r(N) = 14$  u;  $A_r(H) = 1$  u;  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$ .**

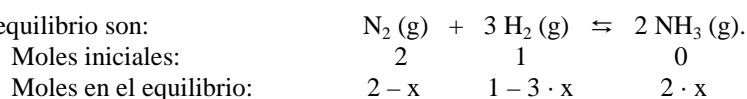
Solución:

a) Los moles de cada una de las especies que se introducen en el reactor son:

$$n(N_2) = \frac{\text{gramos}}{\text{masa molar}} = \frac{56 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ moles}; \quad n(H_2) = \frac{\text{gramos}}{\text{masa molar}} = \frac{2 \text{ g}}{2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}.$$

Llamamos "x" a los moles de  $N_2$  que reaccionan, los moles de cada una de las especies al inicio

y en el equilibrio son:



Si en el equilibrio el número de moles de  $H_2$  es igual al de  $NH_3$ , igualando los moles de cada uno de ellos se tiene el valor del número de moles de  $N_2$  consumidos en la reacción:

$1 - 3 \cdot x = 2 \cdot x$ , de donde,  $1 = 5 \cdot x$  y despejando x,  $x = \frac{1}{5} = 0,2$  moles, siendo el número de moles de cada especie en el equilibrio:  $N_2 = 2 - 0,2 = 0,8$  moles;  $H_2 = 1 - 3 \cdot 0,2 = 0,4$  moles;  $NH_3 = 2 \cdot 0,2 = 0,4$  moles.

b) La concentración de cada especie en el equilibrio es:  $[N_2] = \frac{n \text{ moles}}{V(L)} = \frac{0,8 \text{ moles}}{10 L} = 0,08 M$ ;

$[H_2] = [NH_3] = \frac{n \text{ moles}}{V(L)} = \frac{0,4 \text{ moles}}{10 L} = 0,04 M$ . Llevando estas concentraciones a la constante de

equilibrio  $K_c$  y operando se tiene su valor:  $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} = \frac{0,04^2}{0,08 \cdot 0,04^3 M^3} = 312,5$ .

De la relación entre las constantes de equilibrio:  $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$ , y al ser  $\Delta n = 2 - 4 = -2$ , se tiene:  $K_p = \frac{K_c}{(R \cdot T)^2} = \frac{312,5}{(0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 573 K^{-1})^2} = 0,14$ .

c) Una disminución del volumen del reactor incrementa la concentración molar de las especies gaseosas, y en consecuencia el número de moléculas por unidad de volumen. A esta alteración del equilibrio, el sistema responde disminuyendo el número de moléculas por unidad de volumen, para lo que favorece la reacción de moléculas de  $N_2$  y de  $H_2$  para formar  $NH_3$ , por lo que, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que aparece un menor número de moles gaseosos, hacia la izquierda, incrementándose la formación de  $NH_3$ .

**Resultado: a)  $N_2 = 0,8$  moles;  $H_2 = NH_3 = 0,4$  moles; b)  $K_c = 312,5$ ;  $K_p = 0,14$ ; c) Derecha.**