



## QUÍMICA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2017 OPCIÓN B

### **Ejercicio 1.** (Calificación máxima: 2 puntos)

Dados los siguientes elementos: A ( $Z = 11$ ), B ( $Z = 17$ ) y C ( $Z = 20$ ).

- Para cada uno de ellos, escriba su configuración electrónica e indique el nombre y el símbolo del elemento que está situado en el mismo grupo y en el periodo anterior.
- Justifique qué ion,  $B^-$  o  $C^{2+}$ , tiene menor radio.
- Indique razonadamente cuántos electrones con  $m = 0$  (número cuántico magnético) tiene el elemento A.
- ¿Cuál de los elementos dados necesita más energía para convertirse en un ion monopositivo? Razone su respuesta.

### **Solución:**

- La configuración electrónica de A ( $Z=11$ ) es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  que se corresponde con el sodio (Na) y el elemento que está en el periodo anterior en el mismo grupo es el litio (Li).  
Para B ( $Z=17$ ) la configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  que pertenece al cloro (Cl). El elemento situado en el mismo grupo pero en el periodo anterior es el flúor (F)  
La configuración electrónica para C ( $Z=20$ ) es  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  que corresponde al calcio (Ca). El elemento situado en el periodo anterior es el magnesio (Mg)
- Se define radio atómico como la mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos.  
El radio aumenta a medida que bajamos en un grupo, al aumentar  $Z$ . Y disminuye al avanzar en un periodo debido a que la carga nuclear efectiva aumenta atrayendo los electrones con más fuerza y produciendo una contracción en el tamaño del átomo.  
En el caso de los iones: El radio de los aniones aumenta respecto del átomo neutro puesto que el número de electrones es mayor que el protones y la atracción del núcleo por tanto es menor. En los cationes ocurre lo contrario y por lo tanto su radio es mayor que el del átomo neutro.  
Teniendo en cuenta todo esto  $B^-$  tendrá mayor radio y  $C^{2+}$  menor radio que sus respectivos átomos neutros y ambos adquieren la configuración electrónica del mismo gas noble (Ar). La diferencia está por tanto en su número atómico, como  $C^{2+}$  tiene mayor número de protones que de electrones su radio será menor que el de  $B^-$



- c) Teniendo en cuenta los valores entre los que varían cada uno de los números cuánticos y basándonos en la configuración electrónica de A indicada en el primer apartado:  
 $1s^2$  nos indica que  $n=1$ . Como es un orbital s, el número cuántico l vale 0. m varía entre  $-l$  y  $+l$ , por lo tanto  $m=0$ . En este orbital hay dos electrones.  
 $2s^2$  nos indica que  $n=2$ . Como es un orbital s, el número cuántico l vale 0. m varía entre  $-l$  y  $+l$ , por lo tanto  $m=0$ . En este orbital hay dos electrones.  
 $2p^6$  nos indica que  $n=2$ . Como es un orbital p, el número cuántico l vale 1. m varía entre  $-l$  y  $+l$ , por lo tanto m puede valer  $-1$ , 0 y 1. En el orbital con  $m=0$  hay dos electrones.  
 $3s^1$  nos indica que  $n=3$ . Como es un orbital s, el número cuántico l vale 0. m varía entre  $-l$  y  $+l$ , por lo tanto  $m=0$ . En este orbital hay un único electrón. Por tanto el número total de electrones con  $m=0$  es 7
- d) Los elementos que pueden formar iones positivos son A y C. Cuando se le arranca un electrón a A, éste adquiere configuración de gas noble, muy estable al tener su capa más externa completa. En cambio cuando le arrancamos a C un electrón la situación que obtenemos es más inestable que la de partida por lo que va a suponer mayor coste energético que en el caso de A.

**Ejercicio 2.** (Calificación máxima: 2 puntos)

Para el 2-metilbut-1-eno:

- a) Formule y nombre un isómero de posición.  
b) Escriba la reacción de 2-metilbut-1-eno con cloruro de hidrógeno, nombrando los productos e indicando qué tipo de reacción es.  
c) Escriba una reacción en la que se obtenga 2-metilbut-1-eno como producto mayoritario, a partir del reactivo necesario en presencia de ácido sulfúrico/calor. Nombre el reactivo. ¿De qué tipo de reacción se trata?

**Solución:**

- a) El 2-metilbut-1-eno es:  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$   
Un isómero de posición es aquel compuesto que tiene la misma fórmula empírica pero su grupo funcional está en distinta posición, por ejemplo:  
 $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3$  (2-metilbut-2-eno)
- b)  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{CH}_2(\text{Cl})\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$   
2-metilbut-1-eno + cloruro de hidrógeno  $\longrightarrow$  2-cloro-2-metilbutano + 1-cloro-2-metilbutano  
Se trata de una reacción de adición  
Atendiendo a la regla de Markovnikov, según la cual el producto mayoritario es en el que el hidrógeno se coloca en el carbono que tiene más hidrógenos y el halógeno en el carbono que tiene menos; el producto mayoritario es el 2-cloro-2-metilbutano.
- c)  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 / \text{calor} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$



2-metilbut-1-ol + ácido sulfúrico/calor  $\longrightarrow$  2-metilbut-1-eno  
Se trata de una reacción de eliminación

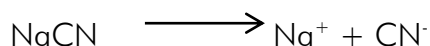
**Ejercicio 3.** (Calificación máxima: 2 puntos)

En un laboratorio se dispone de disoluciones acuosas de cianuro de sodio, ácido nítrico y cloruro de calcio. Todas ellas tienen la misma concentración. Indique razonadamente, de forma cualitativa:

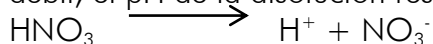
- Cuál será la de mayor pH y cuál la de mayor pOH.
- Cuál o cuáles de ellas tendrán pOH = 7.
- Cuál o cuáles podrían tener pH = 4.
- Cuál o cuáles de ellas podrían tener pOH = 3.

Dato. pKa: HCN = 9,3.

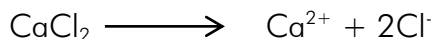
**Solución:**



El  $\text{Na}^+$  en medio acuoso no se hidroliza porque proviene de una base fuerte, mientras que el  $\text{CN}^-$  proviene de un ácido débil y por lo tanto se hidrolizará en medio acuoso. Como los iones resultantes provienen respectivamente de una base fuerte y un ácido débil, el pH de la disolución resultante será básico, es decir  $\text{pH} > 7$



El ácido nítrico es un ácido fuerte y por lo tanto su  $\text{pH} < 7$



El  $\text{Ca}^{2+}$  proviene de una base fuerte, y por tanto en disolución acuosa no se hidroliza. Lo mismo ocurre con el  $\text{Cl}^-$  que proviene de un ácido fuerte.

La mezcla de un ácido fuerte y una base fuerte da como resultado un pH neutro ( $\text{pH}=7$ )

- Basándonos en lo anterior podemos afirmar que la disolución con mayor pH es la de NaCN.  
Para saber cuál es la que tiene mayor pOH, utilizamos la relación:  
 $\text{pH} + \text{pOH} = 14$   
De aquí podemos deducir que la disolución con mayor pOH es el  $\text{HNO}_3$
- La disolución con pOH = 7 es la de  $\text{CaCl}_2$
- pH=4 es ácido, y por lo tanto se corresponderá con la disolución de  $\text{HNO}_3$
- Para que el pOH=3 el pH tiene que ser básico, y por lo tanto corresponderá a la disolución de NaCN

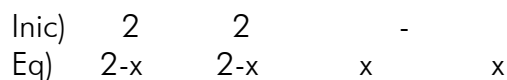
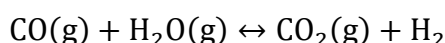
**Ejercicio 4.** (Calificación máxima: 2 puntos)

Para la reacción  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ,  $K_c = 5$  a  $530^\circ\text{C}$ . Se hacen reaccionar 2,0 mol de CO con 2,0 mol de  $\text{H}_2\text{O}$ .

- Calcule la composición molar en el equilibrio.
- Prediga razonadamente qué ocurrirá si se añade 1 mol de  $\text{H}_2$  al medio de reacción en equilibrio del apartado a). Demuestre numéricamente que su predicción es acertada.
- La reacción es exotérmica. Indique razonadamente cómo influirán en la misma una disminución de la temperatura y el empleo de un catalizador.



a) El equilibrio es el siguiente:



$$K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{CO}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{x^2}{(2-x)^2} = 5$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado obtenemos dos soluciones, de las cuales sólo una es válida puesto que la otra es mayor que los moles iniciales.

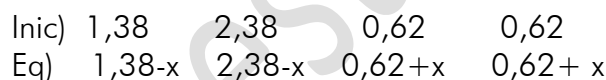
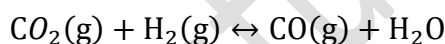
Por lo tanto  $x = 1,38$  mol

Suponiendo que el volumen total es de 1L, las concentraciones molares en el equilibrio para cada sustancia son:

$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 1,38\text{M}$$

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 0,62\text{M}$$

b) Según Le Chatelier al aumentar la concentración de los productos el equilibrio se desplaza en sentido contrario para compensar este aumento y mantener el valor de la constante. En este caso se desplazaría hacia los reactivos.



$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{(0,62+x)^2}{(1,38-x)(2,38-x)} = 5$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado, obtenemos las soluciones  $x=4$  y  $x=1$ . La solución válida es  $x=1$ , puesto que no puede reaccionar más cantidad de la que ponemos al principio.

Por tanto las cantidades que me quedan en el equilibrio son:

$$[\text{CO}_2] = 0,38\text{M}$$

$$[\text{H}_2] = 1,38\text{M}$$

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 1,62\text{M}$$

c) Si es exotérmica desprende calor, por lo tanto al disminuir la temperatura favorecemos la formación de productos, es decir, se desplaza hacia la derecha.

Si usamos un catalizador, lo que conseguimos es disminuir la energía de activación y aumentar, por tanto la velocidad de la reacción.

**Ejercicio 5.** (Calificación máxima: 2 puntos)

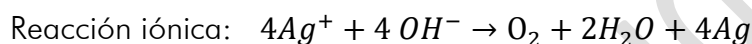
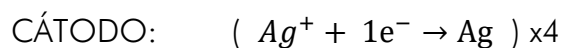
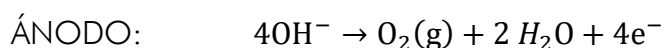
Se hace pasar una corriente de 1,5 A durante 3 horas a través de una celda electroquímica que contiene un litro de disolución de  $\text{AgNO}_3$  0,20 M. Se observa que se desprende oxígeno molecular.



- a) Escriba y ajuste las reacciones que se producen en cada electrodo, indicando de qué reacción se trata y en qué electrodo tiene lugar. Escriba la reacción molecular global.
- b) Calcule los moles de plata depositados y la concentración de ion metálico que queda finalmente en disolución.
- c) Calcule el volumen de oxígeno que se desprende en este proceso, medido a 273 K y 1 atm. Datos.  $F = 96485 \text{ C}$ .  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

**Solución:**

- a) La semirreacción que se produce en el ánodo es la oxidación del ión hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) del agua a oxígeno ( $\text{O}_2$ ); y la semirreacción que tiene lugar en el cátodo es la reducción del catión plata ( $\text{Ag}^+$ ) a plata ( $\text{Ag}$ ) y la reducción del ión nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) a óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )



- b) A partir del concepto de Faraday se obtienen los moles de plata depositados:

$$n_{\text{Ag}} = \frac{I \cdot t}{\text{val} \cdot 96500} = \frac{1,5 \cdot 3 \cdot 3600}{1 \cdot 96500} = 0,16 \text{ mol Ag depositados}$$

Los moles de plata disueltos se obtienen por diferencia con los iniciales, suponiendo volumen de 1L:

$$0,2 - 0,16 = 0,04 \text{ mol Ag}^+ \text{ disueltos}$$
$$[\text{Ag}^+] = 0,04\text{M}$$

- c) Por estequiometria calculamos los moles de oxígeno:

$$n_{\text{O}_2} = 0,16 \text{ mol Ag}^+ \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol Ag}^+} = 0,04 \text{ moles O}_2$$

Utilizando la ecuación de los gases ideales, obtenemos el volumen de  $\text{O}_2$ :

$$PV = nRT \Rightarrow V(\text{O}_2) = 0,89\text{L}$$