

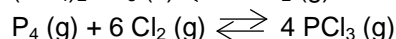
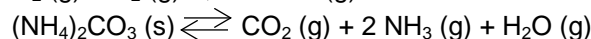
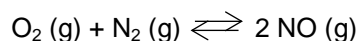


PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

**OPCIÓN A**

1. (1,5 puntos) Para los siguientes equilibrios:



a) Escriba la expresión de la constante  $K_p$ . (0,6 puntos)

b) Justifique si se favorecerá la formación de productos al aumentar la presión. (0,9 puntos)

2. (2 puntos) Si construimos una pila galvánica formada por un electrodo de Zn(s) sumergido en una disolución de nitrato de cinc(II) y un electrodo de Ag(s) sumergido en una disolución de nitrato de plata, determine:

a) Qué reacción tendrá lugar en el ánodo y cuál en el cátodo. (0,7 puntos)

b) La reacción global ajustada por el método del ión-electrón y el potencial de la pila. (0,4 puntos)

c) Si se dispone adicionalmente de un electrodo de Cu(s) sumergido en nitrato de cobre(II) y queremos que sea el cátodo de una nueva pila, ¿con qué electrodo (Zn o Ag) lo deberemos combinar?. Escriba la nueva ecuación ajustada y calcule el potencial de la pila. (0,9 puntos)

Datos :  $\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$

3. (1,5 puntos) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué tipo de enlace presentan las siguientes sustancias:  $\text{Cl}_2$ , HCl, Cs y CsCl?. ¿Alguna de ellas conducirá la corriente eléctrica?. (0,8 puntos)

b) ¿En cuál de las siguientes moléculas podemos explicar su enlace mediante el empleo de orbitales híbridos  $sp^2$  en  $\text{BH}_3$  o en  $\text{CH}_4$ ?. (0,7 puntos)

4. (2,5 puntos) Se prepara una disolución acuosa mezclando 50 mL de ácido clorhídrico que tiene un 3% de riqueza y densidad 1,1 g/mL con 150 mL de una disolución de  $\text{HNO}_3$  de concentración 0,1 M y con 500 mL de agua.

a) Calcule el pH de la disolución resultante, suponiendo los volúmenes aditivos. (2 puntos)

b) Si se quiere neutralizar la mezcla ácida con NaOH 0,2 M, ¿qué volumen de base se necesita?. (0,5 puntos)

Datos: Masas atómicas: Cl = 35,5; H = 1

5. (2,5 puntos) Sabiendo que las entalpías estándar de formación del dióxido de carbono gas y del agua líquida son:  $-393,5 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $-285,8 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  respectivamente, y que la entalpía estándar de combustión del octano líquido es  $-5526 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ :

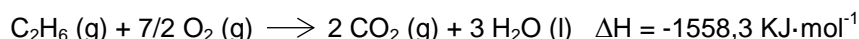
a) Determine la entalpía estándar de formación del octano líquido. (1,75 puntos)

b) Si se quieren obtener 2 L de octano líquido ( $d = 0,7 \text{ g/mL}$ ), ¿de cuánto carbono, del 85% de riqueza, tendremos que partir?. (0,75 puntos)

Datos: Masas atómicas: C = 12; H = 1

## **OPCIÓN B**

1. (1,5 puntos) Para las siguientes reacciones:



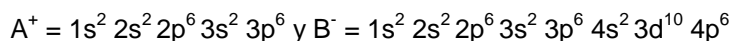
- a) Justifique si serán espontáneas a bajas o altas temperaturas. (0,8 puntos)
- b) Justifique en cuál de las dos reacciones el calor a presión constante será menor que el calor a volumen constante. (0,7 puntos)

2. (2 puntos) Justifique las respuestas a las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál de estas sustancias tendrá mayor pH: NaCl, NH<sub>4</sub>Cl, NaCN?. (0,75 puntos)
- b) ¿Qué parejas formadas entre las siguientes sustancias podrían formar una disolución reguladora: KOH, NH<sub>3</sub>, KCN, HCl, HCN, NH<sub>4</sub>Cl?. (0,5 puntos)
- c) ¿Qué disolución de igual concentración tendrá el pH más alto: una de ácido clorhídrico u otra de ácido acético?. (0,75 puntos)

Datos:  $K_a(\text{HCN}) = 6,1 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

3. (1,5 puntos) Partiendo de las configuraciones electrónicas de los siguientes iones:



- a) Escriba las configuraciones electrónicas de los átomos neutros (A y B) de los que proceden. Identifique los elementos indicando además el grupo y periodo al que pertenecen. (0,7 puntos)
- b) Indique de forma justificada cuál de los dos átomos neutros tendrá mayor radio atómico. Compare de forma razonada el radio de A<sup>+</sup> con el radio de A. ¿Cuál de los dos átomos en estado neutro (A o B) tendrá mayor energía de ionización?. (0,8 puntos)

4. (2,5 puntos) En un matraz de 2 litros de capacidad se introducen 0,42 moles de nitrógeno y 0,84 moles de hidrógeno. Cuando se calienta a 527°C se encuentra que se han formado 0,06 moles de amoníaco, según el equilibrio:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3(\text{g})$ . Calcule:

- a) La composición de la mezcla gaseosa en equilibrio. (1 punto)
- b)  $K_c$  y  $K_p$  a la citada temperatura. (0,75 puntos)
- c) Las presiones parciales de todos los gases en el equilibrio. (0,75 puntos)

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

5. (2,5 puntos) Se quiere analizar el contenido de cobre en una muestra metálica. Para ello se tratan 4 gramos de dicha muestra con ácido nítrico. Suponiendo que sólo el cobre reacciona con el ácido para dar nitrato de cobre(II), además de monóxido de nitrógeno y agua:

- a) Escriba la reacción correspondiente y ajústela por el método del ión-electrón. Indique el agente oxidante y el reductor. (1,25 puntos)
- b) Calcule el % de Cu en la muestra metálica sabiendo que para dicha reacción se han consumido 11,70 mL de una disolución de ácido nítrico del 42,73% y densidad de 1,273 g/mL. (1,25 puntos)

Datos: Masas atómicas: Cu = 63,5; O = 16; N = 14; H = 1

Las puntuaciones máximas figuran en los apartados de cada pregunta, y sólo se podrán alcanzar cuando la solución sea correcta y el resultado este convenientemente razonado.

Se considerará MAL la respuesta cuando el alumno no la razone en las condiciones que se especifica la pregunta.

En los problemas donde haya que resolver varios apartados en los que la solución numérica obtenida en uno de ellos sea imprescindible para resolver el siguiente, se puntuará éste independientemente del resultado anterior, salvo que el resultado sea incoherente.

En caso de error algebraico solo se penalizará gravemente una solución incorrecta cuando sea incoherente; si la solución es coherente, el error se penalizará como máximo 0,25 puntos.

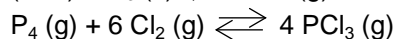
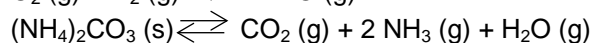
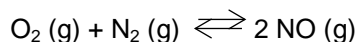
Se exigirá que los resultados de los distintos ejercicios sean obtenidos paso a paso y los correctores no los tendrán en cuenta si no están debidamente razonados.

Los errores de formulación se podrán penalizar hasta con 0,5 puntos por fórmula, pero en ningún caso se puede obtener una puntuación negativa.

Se valorará la presentación del ejercicio, por errores ortográficos y redacción defectuosa se podrá bajar la calificación hasta 1 punto.

### OPCIÓN A

1. (1,5 puntos) Para los siguientes equilibrios:



a) Escriba la expresión de la constante  $K_p$ . (0,6 puntos)

b) Justifique si se favorecerá la formación de productos al aumentar la presión. (0,9 puntos)

### RESPUESTA

a)  $K_p = \frac{P(\text{NO})^2}{[P(\text{O}_2) P(\text{N}_2)]}$  (0,2 puntos)

$K_p = \frac{P(\text{CO}_2) P(\text{NH}_3)^2 P(\text{H}_2\text{O})}{1}$  (0,2 puntos)

$K_p = \frac{P(\text{PCl}_3)^4}{[P(\text{P}_4) P(\text{Cl}_2)^6]}$  (0,2 puntos)

b) Explicación principio Le Chatelier: 0,3 puntos.

Un aumento de la presión total, si lleva asociado una variación en las presiones parciales, el sistema evolucionará oponiéndose a dicho cambio, por lo que se desplazará en el sentido que haya menor nº de moles gaseosas.

Aplicación principio Le Chatelier: 0,6 puntos.

En el primer equilibrio no se desplaza porque hay igual número de moles en ambos miembros.

En el segundo se desplazará hacia la izquierda (reactivos) porque hay menos moles gaseosas, es decir **NO** se favorecerá la formación de los productos.

En el tercero se desplaza hacia la derecha (productos) porque hay menos moles gaseosas.

2. (2 puntos) Si construimos una pila galvánica formada por un electrodo de Zn(s) sumergido en una disolución de nitrato de cinc(II) y un electrodo de Ag(s) sumergido en una disolución de nitrato de plata, determine:

a) Qué reacción tendrá lugar en el ánodo y cuál en el cátodo. (0,7 puntos)

b) La reacción global ajustada por el método del ión-electrón y el potencial de la pila. (0,4 puntos)

- c) Si se dispone adicionalmente de un electrodo de Cu(s) sumergido en nitrato de cobre(II) y queremos que sea el cátodo de una nueva pila, ¿con qué electrodo (Zn o Ag) lo deberemos combinar?. Escriba la nueva ecuación ajustada y calcule el potencial de la pila. (0,9 puntos)

Datos :  $\varepsilon^{\circ}(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$

### RESPUESTA

- a) El potencial de reducción normal de la plata es mayor que el del cinc, luego tendrá mayor tendencia a reducirse, así que el electrodo de plata será el cátodo y el de Zn el ánodo. (0,3 puntos)

Ánodo: oxidación  $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$  (0,2 puntos)

Cátodo: reducción  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$  (0,2 puntos)

- b)  $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

$2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Ag}$

---

$\text{Zn} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{Ag}$  (0,2 puntos)

Potencial de pila =  $\varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 0,80 - (-0,76) = 1,56 \text{ V}$  (0,2 puntos)

- c) Cu para ser cátodo deberá reducirse, por lo que necesitará combinarse con un electrodo más reductor que él, es decir el Zn. (0,3 puntos)

Cátodo:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

Ánodo:  $\text{Zn} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+}$

---

$\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$  (0,4 puntos)

Potencial de pila =  $\varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 0,34 - (-0,76) = 1,1 \text{ V}$  (0,2 puntos)

3. (1,5 puntos) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué tipo de enlace presentan las siguientes sustancias:  $\text{Cl}_2$ , HCl, Cs y CsCl? ¿Alguna de ellas conducirá la corriente eléctrica? (0,8 puntos)
- b) ¿En cuál de las siguientes moléculas podemos explicar su enlace mediante el empleo de orbitales híbridos  $\text{sp}^2$  en  $\text{BH}_3$  o en  $\text{CH}_4$ ? (0,7 puntos)

### RESPUESTA

- a)  $\text{Cl}_2$ : enlace covalente, entre dos átomos idénticos no metálicos. (0,1 puntos)

No conduce la corriente, ya que tiene un enlace covalente no polar. (0,1 puntos)

HCl: enlace covalente, entre dos átomos no metálicos. (0,1 puntos)

No es buen conductor de corriente, pero al ser polar tendrá un mínimo grado de disociación, podrá conducir ligeramente como ocurre con el  $\text{H}_2\text{O}$  pura. (0,1 puntos)

Cs: enlace metálico, átomos metálicos. (0,1 puntos)

Sí conduce la corriente eléctrica a temperatura ambiente. (0,1 puntos)

CsCl: enlace iónico, entre átomos de metal y no metal. (0,1 puntos)

Es un sólido no conductor. Sí que conduce en fundido y en disolución. (0,1 puntos)

- b) B:  $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^1$  promueve  $1\text{e}^- 2\text{s}$  a uno de los orbitales  $2\text{p}$  vacío dando  $1\text{s}^2 2\text{s}^1 2\text{p}^2$ . Los orbitales  $2\text{s}$  y  $2\text{p}$  se combinan dando 3 orbitales **híbridos  $\text{sp}^2$** , que se orientan entre sí a 120 grados.

C:  $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^2$  promueve  $1\text{e}^- 2\text{s}$  al orbital  $2\text{p}$  vacío dando  $1\text{s}^2 2\text{s}^1 2\text{p}^3$ . Los orbitales  $2\text{s}$  y  $2\text{p}$  se combinan dando 4 orbitales híbridos  $\text{sp}^3$ , que se orientan entre sí a 109,5 grados.

No es obligatorio que expliquen la hibridación en  $\text{CH}_4$

4. (2,5 puntos) Se prepara una disolución acuosa mezclando 50 mL de ácido clorhídrico que tiene un 3% de riqueza y densidad 1,1 g/mL con 150 mL de una disolución de  $\text{HNO}_3$  de concentración 0,1 M y con 500 mL de agua.

- a) Calcule el pH de la disolución resultante, suponiendo los volúmenes aditivos. (2 puntos)

- b) Si se quiere neutralizar la mezcla ácida con NaOH 0,2 M, ¿qué volumen de base se necesita?  
(0,5 puntos)

Datos: Masas atómicas: Cl = 35,5; H = 1

### RESPUESTA

- a) Moles de HCl

$$\text{Masa molar HCl} = 35,5 + 1 = 36,5$$

$$50\text{mL} \times 1,1\text{g/mL} \times 3/100 \times 1 \text{ mol HCl}/36,5 \text{ gHCl} = 0,045 \text{ moles} \quad (0,5 \text{ puntos})$$

$$\text{Moles de HNO}_3 = 0,150\text{L} \cdot 0,1\text{mol/L} = 0,015 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Ambos son ácidos fuertes por lo que disocian totalmente:

$$\text{Moles de HCl} = \text{moles de H}^+ = 0,045 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Moles de HNO}_3 = \text{moles de H}^+ = 0,015 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Moles totales de H}^+ = 0,045 + 0,015 = 0,06 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Volumen total} = 50 \text{ mL} + 150\text{mL} + 500 \text{ mL} = 700 \text{ mL} = 0,7 \text{ L}$$

$$[\text{H}^+] = 0,06 \text{ moles}/0,7\text{L} = 0,085 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 1,07 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- b) Para neutralizar los 0,06 moles de  $\text{H}^+$ , se necesitan los mismos moles de NaOH

$$0,06 \text{ moles de NaOH} = M \times V = 0,2 \text{ M} \times V$$

$$V = 0,06/0,2 = 0,3\text{L} = 300\text{mL de NaOH} \quad (0,5 \text{ puntos})$$

5. (2,5 puntos) Sabiendo que las entalpías estándar de formación del dióxido de carbono gas y del agua líquida son:  $-393,5 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  y  $-285,8 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  respectivamente, y que la entalpía estándar de combustión del octano líquido es  $-5526 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ :

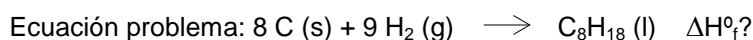
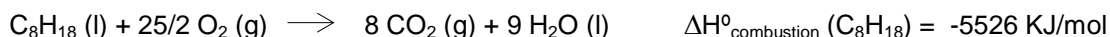
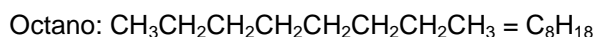
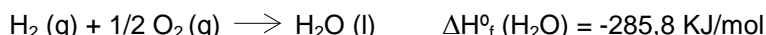
- a) Determine la entalpía estándar de formación del octano líquido. (1,75 puntos)

- b) Si se quieren obtener 2 L de octano líquido ( $d = 0,7 \text{ g/mL}$ ), ¿de cuánto carbono, del 85% de riqueza, tendremos que partir? (0,75 puntos)

Datos: Masas atómicas: C = 12; H = 1

### RESPUESTA

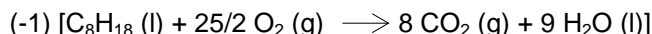
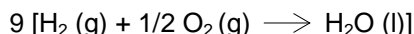
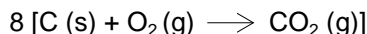
- a)  $\text{C (s)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} \quad \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -393,5 \text{ KJ/mol}$



Escribir todas ecuaciones correctamente: 1 punto.

*Si no escriben los estados de agregación: restar 0,1 puntos. Errores en la fórmula o ajustes penalizan con 0,1 puntos.*

Utilizando la ley de Hess, se podrá calcular la entalpía de la ecuación problema: (0,75 puntos)



$$\Delta H_f^\circ = 8 \cdot \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) + 9 \cdot \Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) + (-1) \cdot \Delta H_{\text{combustion}}^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot (-393,5) + 9 \cdot (-285,8) + (-1) \cdot (-5526) = -194,2 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- b) Moles de octano =  $0,70\text{g/mL} \cdot 2000 \text{ mL} \cdot 1\text{mol octano}/114\text{g octano} = 12,28 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$

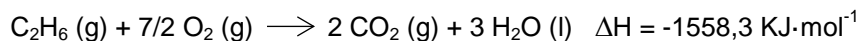
$$\text{PM (C}_8\text{H}_{18}) = 12 \cdot 8 + 18 = 114 \text{ g/mol}$$

Gramos de C =  $12,28 \text{ moles octano} \cdot 8 \text{ moles de C/moles octano} \cdot 12 \text{ g/mol C} = 1178,88 \text{ g de C}$   
al 100% (0,25 puntos)

$$1178,88 \text{ g} \cdot 100/85 = 1386,91 \text{ g de C necesarios} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

## OPCIÓN B

1. (1,5 puntos) Para las siguientes reacciones:



- a) Justifique si serán espontáneas a bajas o altas temperaturas. (0,8 puntos)
- b) Justifique en cuál de las dos reacciones el calor a presión constante será menor que el calor a volumen constante. (0,7 puntos)

### RESPUESTA

Para que una reacción sea espontánea  $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$  tiene que ser  $< 0$ . (0,1 puntos)

- a)  $\text{MgCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H = 100,6 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . En esta reacción se pasa de 1 mol sólido a 1 mol gas y otro sólido, por lo que aumenta el desorden  $\Delta S > 0$ , como  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta G = (+) - T(+)$  para que sea negativo el valor de **T deberá ser alto** para que el segundo término sea mayor que el primero y la diferencia sea negativa. (0,35 puntos)

$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7/2 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{ CO}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -1558,3 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . En esta reacción se pasa de  $7/2 + 1$  moles gas a 2 moles gas, por lo que disminuye el desorden  $\Delta S < 0$ , como  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta G = (-) - T(-)$  para que sea negativo el valor de **T deberá ser bajo** para que el segundo término no supere al primero y la diferencia sea negativa. (0,35 puntos)

- b)  $Q_p = Q_v + \Delta nRT$ . Para que  $Q_p < Q_v$  tiene que suceder que  $\Delta nRT$  sea un  $n^0$  negativo, que solo se cumplirá si  $\Delta n < 0$ . (0,2 puntos)

$\text{MgCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta n(\text{gaseosos}) = 1$ , por lo que  $Q_p > Q_v$ . (0,25 puntos)

$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 7/2 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{ CO}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta n(\text{gaseosos}) = 2 - 1 - 7/2 < 0$ , por lo que  $Q_p < Q_v$ . (0,25 puntos)

2. (2 puntos) Justifique las respuestas a las siguientes preguntas:

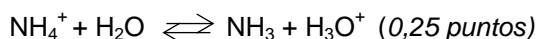
- a) ¿Cuál de estas sustancias tendrá mayor pH: NaCl,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , NaCN? (0,75 puntos)
- b) ¿Qué parejas formadas entre las siguientes sustancias podrían formar una disolución reguladora: KOH,  $\text{NH}_3$ , KCN, HCl, HCN,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ? (0,5 puntos)
- c) ¿Qué disolución de igual concentración tendrá el pH más alto: una de ácido clorhídrico u otra de ácido acético?. (0,75 puntos)

Datos:  $K_a(\text{HCN}) = 6,1 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

### RESPUESTA

- a) NaCl tiene un pH neutro (7) al ser catión y anión procedente de ácido y base fuerte. (0,15 puntos)

$\text{NH}_4\text{Cl}$ , tiene el catión  $\text{NH}_4^+$  que proviene de una base débil, por lo que hidroliza y da un pH ácido.



NaCN tiene el anión cianuro que viene de un ácido débil, así que hidroliza dando un pH básico.

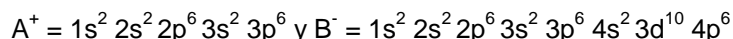


Por tanto el que mayor pH tiene será NaCN (0,1 puntos)

Si sólo justifican que NaCN tendrá el mayor pH porque es la única que dará  $\text{pH} > 7$  también es correcto.

- b) Una disolución reguladora está formada por un ácido débil y su base conjugada o por una base débil y su ácido conjugado.  
Por tanto las parejas adecuadas serán:  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4\text{Cl}$  por un lado (0,25 puntos) y  $\text{KCN}$  y  $\text{HCN}$  por otro. (0,25 puntos)
- c) El ácido acético es un ácido débil. Su equilibrio de disociación:  
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ , en este caso la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  será pequeña porque al tratarse de un equilibrio con una constante pequeña, está desplazado hacia la izquierda, quedando una concentración baja. Eso lleva a un pH más alto. (0,4 puntos)  
El ácido clorhídrico es un ácido fuerte que ioniza totalmente por lo que la  $[\text{H}^+]$  es mayor que en el ácido acético, por lo tanto el pH será menor. (0,35 puntos)

3. (1,5 puntos) Partiendo de las configuraciones electrónicas de los siguientes iones:



- a) Escriba las configuraciones electrónicas de los átomos neutros (A y B) de los que proceden. Identifique los elementos indicando además el grupo y periodo al que pertenecen. (0,7 puntos)
- b) Indique de forma justificada cuál de los dos átomos neutros tendrá mayor radio atómico. Compare de forma razonada el radio de  $\text{A}^+$  con el radio de A. ¿Cuál de los dos átomos en estado neutro (A o B) tendrá mayor energía de ionización? (0,8 puntos)

### RESPUESTA

- a)  $\text{A}^+ = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$      $\text{A} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  (19 electrones) (K) 4º periodo, grupo metales alcalinos o grupo 1. (0,35 puntos)  
 $\text{B}^- = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$      $\text{B} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$  (35 e<sup>-</sup>) (Br) 4º periodo, grupo halógenos o grupo 17. (0,35 puntos)
- b) Tendrá mayor radio K, ya que al avanzar en el periodo aumenta la carga nuclear efectiva. (0,25 puntos)  
 $\text{K}^+$  tendrá menor radio que K ya que el catión ha perdido 1 electrón de la última capa reduciendo así su tamaño. (0,25 puntos)  
Br al ser un no metal tiene tendencia a formar aniones en lugar de cationes por lo que le costará mucho más perder un electrón para generar un catión, además de tener una mayor carga nuclear efectiva que K. Así que tendrá mayor energía de ionización. (0,3 puntos)

4. (2,5 puntos) En un matraz de 2 litros de capacidad se introducen 0,42 moles de nitrógeno y 0,84 moles de hidrógeno. Cuando se calienta a 527°C se encuentra que se han formado 0,06 moles de amoníaco, según el equilibrio:  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ . Calcule:

- a) La composición de la mezcla gaseosa en equilibrio. (1 punto)
- b)  $K_c$  y  $K_p$  a la citada temperatura. (0,75 puntos)
- c) Las presiones parciales de todos los gases en el equilibrio. (0,75 puntos)

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

### RESPUESTA

- a)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$  (planteamiento del equilibrio 0,5 puntos)
- |                        |        |         |    |
|------------------------|--------|---------|----|
| moles <sub>inici</sub> | 0,42   | 0,84    |    |
| moles <sub>equo</sub>  | 0,42-x | 0,84-3x | 2x |
- $2x = 0,06$  moles de  $\text{NH}_3$ , por lo que  $x = 0,03$   
Moles ( $\text{N}_2$ ) en equilibrio =  $0,42 - 0,03 = 0,39$  moles  
Moles ( $\text{H}_2$ ) en equilibrio =  $0,84 - 3 \cdot 0,03 = 0,75$  moles (0,5 puntos)
- b)  $K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{(0,06/2)^2}{(0,39/2)(0,75/2)^3} = 0,087$  (0,5 puntos). Si no dividen los moles por el volumen para calcular las concentraciones, restar 0,25 puntos.

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c (RT)^{-2} = 0,087 \cdot (0,082 \cdot 800)^{-2} = 2,02 \cdot 10^{-5} \text{ (0,25 puntos)}$$

$$\Delta n = 2 - 3 - 1 = -2$$

c) Moles totales en equilibrio =  $0,06 + 0,39 + 0,75 = 1,2$  moles

$$PV = n_T RT \quad P = n_T RT / V = 1,2 \cdot 0,082 \cdot (273+527) / 2 = 39,36 \text{ atm (0,25 puntos)}$$

La presión parcial se calcula como el producto de la presión total por la fracción molar:  
(0,5 puntos)

$$P_{N_2} = 39,36 \cdot (0,39/1,2) = 12,79 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = 39,36 \cdot (0,75/1,2) = 24,6 \text{ atm}$$

$$P_{NH_3} = 39,36 \cdot (0,06/1,2) = 1,97 \text{ atm}$$

También lo pueden resolver a partir de los moles de cada uno con la ecuación  $PV = nRT$ .

5. (2,5 puntos) Se quiere analizar el contenido de cobre en una muestra metálica. Para ello se tratan 4 gramos de dicha muestra con ácido nítrico. Suponiendo que sólo el cobre reacciona con el ácido para dar nitrato de cobre(II), además de monóxido de nitrógeno y agua:

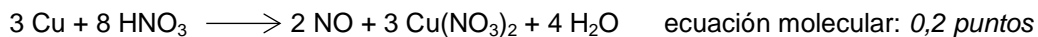
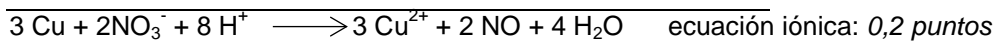
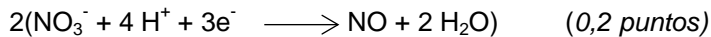
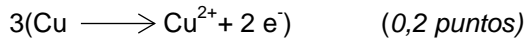
a) Escriba la reacción correspondiente y ajústela por el método del ión-electrón. Indique el agente oxidante y el reductor. (1,25 puntos)

b) Calcule el % de Cu en la muestra metálica sabiendo que para dicha reacción se han consumido 11,70 mL de una disolución de ácido nítrico del 42,73% y densidad de 1,273 g/mL. (1,25 puntos)

Datos: Masas atómicas: Cu = 63,5; O = 16; N = 14; H = 1

#### RESPUESTA

a)  $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$  (0,15 puntos)



Cu pierde electrones, por tanto es el reductor. (0,15 puntos)

$NO_3^-$  gana electrones, es el oxidante. (0,15 puntos)

b) Gramos de  $HNO_3 = 11,70 \text{ mL} \cdot 1,273 \text{ g/mL} \cdot 42,73/100 = 6,364 \text{ g}$  (0,25 puntos)

$$PM(HNO_3) = 1+14+16 \cdot 3 = 63 \text{ g/mol}$$

$$6,364 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol } HNO_3 / 63 \text{ g} = 0,101 \text{ moles de } HNO_3 \text{ (0,25 puntos)}$$

$$0,101 \text{ moles de } HNO_3 \cdot 3 \text{ moles de Cu} / 8 \text{ moles de } HNO_3 = 0,037 \text{ moles de Cu (0,3 puntos)}$$

$$\text{Gramos de Cu} = 0,037 \text{ mol} \cdot 63,5 \text{ g/mol} = 2,349 \text{ g (0,15 puntos)}$$

$$\text{Contenido de Cu} = (2,349 \text{ g} / 4 \text{ g}) \cdot 100 = 58,72 \% \text{ (0,3 puntos)}$$