



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

### OPCIÓN A

1. (1,5 puntos)

- a) Dados los elementos X e Y cuyos valores de Z son 20 y 25 respectivamente, identifique ambos elementos, escriba sus configuraciones electrónicas, así como la configuración electrónica de los correspondientes iones X(II) e Y(II). (0,8 puntos)
- b) Razone si X tendrá mayor o menor radio atómico que Y. (0,3 puntos)
- c) Justifique si son posibles las siguientes combinaciones de números cuánticos: (2,0,3,-1/2); (1,1,0,-1/2); (3,-2,1,+1/2) y (3,1,-1,-1/2). (0,4 puntos)

2. (2 puntos) Si se preparan disoluciones 0,5 M de NH<sub>3</sub>, NaCl, NaOH y NH<sub>4</sub>Cl:

- a) Justifique de forma cualitativa cuál de ellas tendrá el pH más bajo. (1,2 puntos)
- b) Elija de forma razonada una pareja que forme una disolución reguladora. (0,5 puntos)
- c) Explique en qué disolución se mantendrá el pH al diluirla. (0,3 puntos)

Dato:  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

3. (1,5 puntos) Responda razonadamente:

- a) Si la ecuación de velocidad para la siguiente reacción:  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$  es  $v = k[\text{A}]$ , ¿cómo variará la velocidad de la misma al aumentar el volumen a T constante?. (0,5 puntos)
- b) Si la reacción:  $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cl}(\text{g})$  es endotérmica, ¿cómo será la entalpía de los productos mayor o menor que la entalpía de los reactivos?. ¿El proceso será espontáneo a altas o bajas temperaturas?. (1 punto)

4. (2,5 puntos) Cuando el cobre metálico se hace reaccionar con nitrato de sodio en presencia de ácido sulfúrico da lugar a la formación de sulfato de cobre(II), sulfato de sodio, monóxido de nitrógeno gaseoso y agua líquida.

- a) Escriba la ecuación ajustada por el método del ión-electrón señalando el agente oxidante y el reductor. (1,4 puntos)
- b) Calcule la masa de cobre del 95% de pureza y el volumen de NaNO<sub>3</sub> 0,5 M necesarios para obtener 12,15 L de monóxido de nitrógeno gas recogido a 30°C y 700 mmHg. (1,1 puntos)

Datos: Masas atómicas: Cu = 63,55. R = 0,082 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

5. (2,5 puntos) Se introducen 15,24 g de CS<sub>2</sub> y 0,8 g de H<sub>2</sub> en un reactor de 5 L. Al elevar la temperatura hasta 300°C se alcanza el siguiente equilibrio:  $\text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$ . Sabiendo que en las condiciones de equilibrio la concentración de metano es de 0,01 mol/L. Calcule:

- a) Las concentraciones de las especies en el equilibrio. (1,6 puntos)
- b) El porcentaje de disociación del CS<sub>2</sub>. (0,4 puntos)
- c) El valor de K<sub>p</sub> y K<sub>c</sub>. (0,5 puntos)

Datos: Masas atómicas: C = 12; S = 32,1. R = 0,082 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>. H = 1.

## **OPCIÓN B**

- (2 puntos) Para los compuestos: sulfuro de hidrógeno, tetracloruro de carbono, sulfuro de sodio y trifluoruro de fósforo:

  - Escriba sus fórmulas y justifique el tipo de enlace. (0,8 puntos)
  - Dibuje las estructuras de Lewis y prediga la geometría según el modelo de repulsión de pares electrónicos de las moléculas con enlace covalente. (0,75 puntos)
  - Justifique si alguna de las moléculas podrá formar enlace de hidrógeno. (0,45 puntos)
- (1,5 puntos) Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:  $\varepsilon^{\circ}(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$  y  $\varepsilon^{\circ}(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1,82 \text{ V}$ :

  - Combine los electrodos que darán lugar a la pila de mayor potencial. Calcule su potencial en condiciones estándar y escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y cátodo. (0,9 puntos)
  - Justifique qué sucederá si se introducen unas virutas de aluminio metálico en una disolución de nitrato de plata. (0,6 puntos)
- (1,5 puntos) La reacción de carbón sobre vapor de agua conduce a la formación de hidrógeno de acuerdo con el equilibrio  $\text{C}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$ ;  $\Delta H = 21,5 \text{ Kcal}$ . Explique de forma razonada cómo se verá afectado el equilibrio anterior:

  - Si se aumenta la temperatura. (0,5 puntos)
  - Si se retira  $\text{CO}_2(\text{g})$  del reactor. (0,5 puntos)
  - Si se aumenta la presión. (0,5 puntos)
- (2,5 puntos) Se prepara una disolución disolviendo 4 g de NaOH en agua y enrasando hasta 250 mL.

  - Calcule el pH de la disolución resultante. (0,4 puntos)
  - Determine el pH de la disolución que se obtiene a partir de la adición de 50 mL de HCl 0,5 M sobre 50 mL de la disolución de NaOH inicial. Suponga los volúmenes aditivos. Escriba la reacción. (1,4 puntos)
  - ¿Qué volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución inicial de NaOH. Escriba la reacción. (0,7 puntos)

**Datos:** Masas atómicas: Na = 23; O = 16; H = 1.
- (2,5 puntos) Sabiendo que las entalpías de formación estándar del  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  y del propano(g) son: -393,5; -285,8 y -103,8 KJ/mol respectivamente, calcule:

  - La entalpía de combustión estándar del propano. Escriba su ecuación. (0,9 puntos)
  - La masa de propano que se debería quemar para obtener 1 kg de CaO por descomposición térmica de  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  ( $\Delta H = 178,1 \text{ KJ/mol}$ ). (0,9 puntos)
  - El volumen de aire, medido en condiciones normales, que se necesita para quemar el propano del apartado b. Considere que el aire contiene 21% en volumen de  $\text{O}_2$ . (0,7 puntos)

**Datos:** Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16; Ca = 40.

### CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN EJERCICIO DE QUÍMICA

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)

- a) Dados los elementos X e Y cuyos valores de Z son 20 y 25 respectivamente, identifique ambos elementos, escriba sus configuraciones electrónicas, así como la configuración electrónica de los correspondientes iones X(II) e Y(II). (0,8 puntos)
- b) Razone si X tendrá mayor o menor radio atómico que Y. (0,3 puntos)
- c) Justifique si son posibles las siguientes combinaciones de números cuánticos: (2,0,3,-1/2); (1,1,0,-1/2); (3,-2,1,+1/2) y (3,1,-1,-1/2). (0,4 puntos)

#### **RESPUESTA:**

##### a) (0,8 puntos)

Z = 20, Ca, calcio.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  0,2 puntos

Ca(II) =  $Ca^{2+}$ . Z = 18.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  0,2 puntos

Z = 25, Mn, manganeso.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$  0,2 puntos

Mn(II) =  $Mn^{2+}$ . Z = 23.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$  0,2 puntos

(si algún alumno quita los electrones 3d en lugar de 4s, también se dará por bueno  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$ )

##### b) (0,3 puntos)

Variación del radio atómico en un periodo: a medida que nos movemos hacia la derecha en un mismo periodo de la tabla periódica, el radio atómico disminuye, debido a que, al aumentar el número de protones del núcleo, la carga nuclear efectiva es cada vez mayor, y el núcleo atraerá a los electrones con mayor intensidad. Por lo que Ca (X) tendrá mayor radio que Mn (Y).

##### c) (0,1 puntos cada uno)

Los valores posibles de los números cuánticos:

$n = 1,2,3,\dots$ ;  $l = 0,1,2,\dots,n-1$ ;  $m_l = -l,0,+l$ ;  $m_s = \pm 1/2$

(2,0,3,-1/2): no es posible porque si  $l=0$ ,  $m_l = 0$

(1,1,0,-1/2): no es posible l no puede ser 1.

(3,-2,1,+1/2): no es posible porque l no puede ser negativo.

(3,1,-1,-1/2): sigue las normas de los números cuánticos

2. (2 puntos)

Si se preparan disoluciones 0,5 M de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$  y  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :

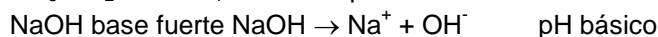
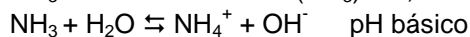
- a) Justifique de forma cualitativa cuál de ellas tendrá el pH más bajo. (1,2 puntos)
- b) Elija de forma razonada una pareja que forme una disolución reguladora. (0,5 puntos)
- c) Explique en qué disolución se mantendrá el pH al diluirla. (0,3 puntos)

Dato:  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

**RESPUESTA:**

a) (0,2 puntos cada uno)

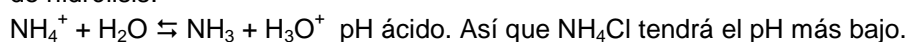
$\text{NH}_3$  es una base débil  $K(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$  que capta protones de acuerdo con el equilibrio:



$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  ambos iones provienen de ácido y base fuerte, por lo que no producen ninguna reacción adicional en agua.  $\text{pH} = 7$ , carácter neutro

(0,6 puntos)

$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$   $\text{NH}_4^+$  proviene de una base débil por lo que reaccionará con agua mediante un equilibrio de hidrólisis:



- b) (0,50 puntos) Una disolución reguladora está formada por una base débil y su ácido conjugado o por ácido débil y su base conjugada (0,25 puntos). Teniendo en cuenta las disoluciones de que disponemos, la combinación de  $\text{NH}_3$  (base débil) y  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $\text{NH}_4^+$  es el ácido conjugado) daría lugar a una disolución reguladora. (0,25 puntos)

- c) Todas disoluciones producen  $\text{H}^+/\text{H}_3\text{O}^+$  o  $\text{OH}^-$  excepto  $\text{NaCl}$ , por lo que no cambiara su pH aunque se diluya o se concentre. (0,3 puntos)

3. (1,5 puntos) Responda razonadamente:

- a) Si la ecuación de velocidad para la siguiente reacción:  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$  es  $v = k[\text{A}]$ , ¿cómo variará la velocidad de la misma al aumentar el volumen a T constante?. (0,5 puntos)
- b) Si la reacción:  $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Cl}(\text{g})$  es endotérmica, ¿cómo será la entalpía de los productos mayor o menor que la entalpía de los reactivos?. ¿El proceso será espontáneo a altas o bajas temperaturas?. (1 punto)

**RESPUESTA:**

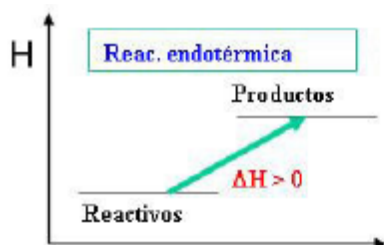
a) (0,5 puntos)

$$v = k[\text{A}]$$

La  $[\text{A}]$  depende del volumen;  $[\text{A}] = \text{moles}/V$ . Si aumenta el  $V$  a temperatura constante,  $k$  será igual pero la concentración será menor, y por lo tanto la velocidad disminuirá. (0,5 puntos)

b) (0,25 puntos)

Según los diagramas energéticos para que un sistema sea endotérmico  $\Delta H > 0$  es necesario que la entalpía de los productos este por encima, es decir mayor que la de los reactivos, es decir hay que aportar energía al sistema.



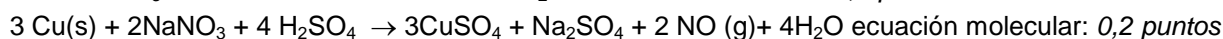
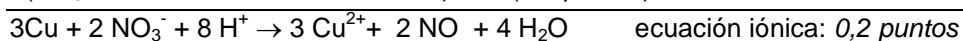
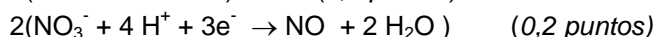
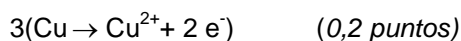
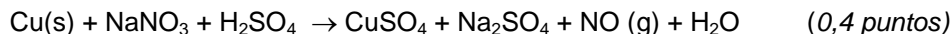
$\Delta S > 0$  en la reacción ya que aumenta el desorden del sistema al haber mayor número de moles gaseosos en los productos (0,25 puntos).

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  tiene que ser  $< 0$  para ser espontáneo, por lo que como  $\Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0$ , para que el término  $T\Delta S$  sea mayor que  $\Delta H$ , la **temperatura** tendrá que ser **alta** y así  $\Delta G$  será  $< 0$  y será espontáneo. (0,50 puntos)

4. (2,5 puntos) Cuando el cobre metálico se hace reaccionar con nitrato de sodio en presencia de ácido sulfúrico da lugar a la formación de sulfato de cobre(II), sulfato de sodio, monóxido de nitrógeno gaseoso y agua líquida.
- a) Escriba la ecuación ajustada por el método del ión-electrón señalando el agente oxidante y el reductor. (1,4 puntos)
- b) Calcule la masa de cobre del 95% de pureza y el volumen de  $\text{NaNO}_3$  0,5 M necesarios para obtener 12,15 L de monóxido de nitrógeno gas recogido a  $30^\circ\text{C}$  y 700 mmHg. (1,1 puntos)
- Datos: Masas atómicas:  $\text{Cu} = 63,55$ .  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

**RESPUESTA:**

- a) (1,4 puntos)



Cu pierde electrones, por tanto es el reductor. (0,1 puntos)

$\text{NO}_3^-$  gana electrones, es el oxidante. (0,1 puntos)

Cada error en cada ecuación restará 0,1 puntos

- b) (1,1 puntos)

Cálculo gramos de cobre 0,7 puntos

$$\text{Moles de NO} = \frac{(700\text{mmHg}/760\text{mmHg/atm}) \cdot 12,15\text{L}}{0,082\text{atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 303 \text{K}} = 0,45 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de Cu} = 0,45 \text{ moles NO} \cdot 3 \text{ mol Cu} / 2 \text{ moles NO} = 0,675 \text{ moles Cu}$$

$$0,675 \text{ moles Cu} \cdot 63,55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 42,89 \text{ g Cu al } 100\%$$

$$42,89 \cdot 100/95 = 45,15 \text{ g de Cu al } 95\%$$

Cálculo volumen de  $\text{NaNO}_3$  0,4 puntos

$$\text{Moles de NO} = \text{moles de NaNO}_3 = 0,45 \text{ moles}$$

$$0,45 \text{ moles} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot V \quad V = 0,9 \text{ L de disolución NaNO}_3$$

5. (2,5 puntos) Se introducen 15,24 g de  $\text{CS}_2$  y 0,8 g de  $\text{H}_2$  en un reactor de 5 L. Al elevar la temperatura hasta  $300^\circ\text{C}$  se alcanza el siguiente equilibrio:  $\text{CS}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g})$ . Sabiendo que en las condiciones de equilibrio la concentración de metano es de 0,01 mol/L. Calcule:
- a) Las concentraciones de las especies en el equilibrio. (1,6 puntos)
- b) El porcentaje de disociación del  $\text{CS}_2$ . (0,4 puntos)
- c) El valor de  $K_p$  y  $K_c$ . (0,5 puntos)

Datos: Masas atómicas:  $\text{C} = 12$ ;  $\text{S} = 32,1$ .  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

**RESPUESTA:**

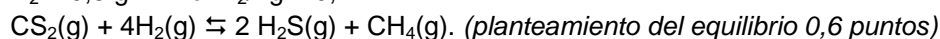
- a) (1,6 puntos)

Cálculos iniciales (0,25 puntos)

$$\text{Masa molar CS}_2 = 12 + 2 \cdot 32,1 = 76,2 \text{ g/mol}$$

$$\text{Moles CS}_2 = 15,24 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol} / 76,2 \text{ g} = 0,2 \text{ moles}$$

$$\text{Moles de H}_2 = 0,8 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol H}_2 / 2 \text{ g} = 0,4$$



$$\text{moles}_{\text{inici}} \quad 0,2 \quad 0,4$$

$$\text{moles}_{\text{equ}} \quad 0,2-x \quad 0,4-4x \quad 2x \quad x$$

$$[\text{CH}_4] = x/V = x/5 = 0,01 \quad x = 0,05 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Lo pueden calcular también en concentraciones directamente. Sumar el máximo en ese caso (0,6+0,5)

Cálculo de concentraciones 0,5 puntos

$$[\text{CH}_4] = 0,01 \text{ mol/L}$$

$$[\text{CS}_2] = \frac{0,2-x}{5} = \frac{0,2-0,05}{5} = 0,03 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{0,4-4x}{5} = \frac{0,4-4 \cdot 0,05}{5} = 0,04 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{2x}{5} = \frac{2 \cdot 0,05}{5} = 0,02 \text{ mol/L}$$

b) (0,4 puntos)

$$\% \text{ disociación} = \frac{x \text{ moles disociados}}{0,2 \text{ moles iniciales}} \cdot 100 = 25\%$$

c) (0,5 puntos)

$$K_c = [\text{CH}_4][\text{H}_2\text{S}]^2 / [\text{CS}_2][\text{H}_2]^4 = 52,08 \text{ (0,25 puntos)}$$

$$K_p = K_c (\text{RT})^{\Delta n} = 52,08 \cdot (0,082 \cdot 573)^{(3-4-1)} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ (0,25 puntos)}$$

## OPCIÓN B

1. (2 puntos) Para los compuestos: sulfuro de hidrógeno, tetracloruro de carbono, sulfuro de sodio y trifluoruro de fósforo:

a) Escriba sus fórmulas y justifique el tipo de enlace. (0,8 puntos)

b) Dibuje las estructuras de Lewis y prediga la geometría según el modelo de repulsión de pares electrónicos de las moléculas con enlace covalente. (0,75 puntos)

c) Justifique si alguna de las moléculas podrá formar enlace de hidrógeno. (0,45 puntos)

## RESPUESTA:

a) (0,8 puntos)

0,2 puntos cada una

H<sub>2</sub>S: sulfuro de hidrógeno. Enlace covalente formado por 2 elementos no metálicos.

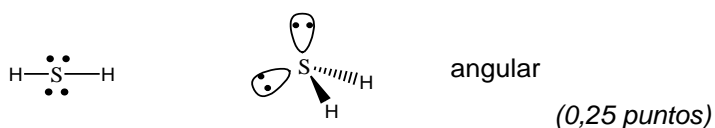
CCl<sub>4</sub>: tetracloruro de carbono. Enlace covalente formado por 2 elementos no metálicos.

Na<sub>2</sub>S: sulfuro de sodio. Enlace iónico formado por un catión Na<sup>+</sup> y un anión S<sup>2-</sup>

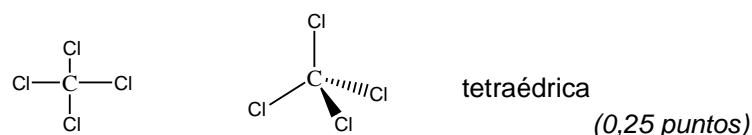
PF<sub>3</sub>: trifluoruro de fósforo. Enlace covalente formado por 2 elementos no metálicos.

b) (0,75 puntos)

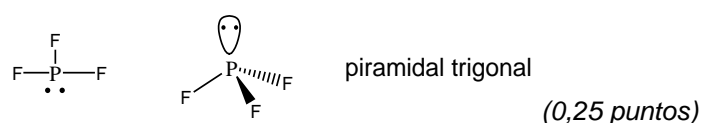
H<sub>2</sub>S



CCl<sub>4</sub>



PF<sub>3</sub>



c) (0,45 puntos) Ninguna de las moléculas podrá formar enlace de hidrógeno, ya que no hay ningún átomo de hidrógeno unido directamente a ningún átomo muy electronegativo, tales como: F, N, O.

2. (1,5 puntos) Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:  $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ;  $\varepsilon^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$  y  $\varepsilon^0(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1,82 \text{ V}$ :

a) Combine los electrodos que darán lugar a la pila de mayor potencial. Calcule su potencial en condiciones estándar y escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y cátodo. (0,9 puntos)

b) Justifique qué sucederá si se introducen unas virutas de aluminio metálico en una disolución de AgNO<sub>3</sub>. (0,6 puntos)

## RESPUESTA

a) (0,9 puntos)

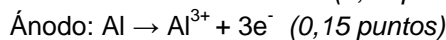
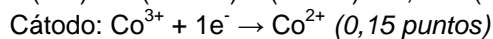
El mayor valor de  $f_{em}$  se obtendrá combinando los semisistemas más alejados en su valor de potencial de reducción:  $\varepsilon^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$  y  $\varepsilon^{\circ}(\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}) = 1,82 \text{ V}$ :

$$\varepsilon^{\circ}(\text{cell}) = \varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 1,82 - (-1,66) = 3,48 \text{ V} \quad (0,6 \text{ puntos})$$

Las demás combinaciones no son obligatorias pero les pueden ayudar a demostrarlo

$$\varepsilon^{\circ}(\text{cell}) = \varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 0,80 - (-1,66) = 2,46 \text{ V}$$

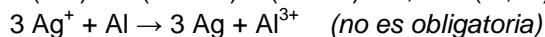
$$\varepsilon^{\circ}(\text{cell}) = \varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 1,82 - (0,80) = 1,02 \text{ V}$$



b) (0,6 puntos)

$\text{Ag}^{+}/\text{Ag}$  es más oxidante ( $\varepsilon^{\circ}(\text{Ag}^{+}/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ ) que  $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  por lo que el ion plata del  $\text{AgNO}_3$  será reducido por las virutas de aluminio. (0,2 puntos)

$$\varepsilon^{\circ}(\text{cell}) = \varepsilon^{\circ}(\text{cátodo}) - \varepsilon^{\circ}(\text{ánodo}) = 0,80 - (-1,66) > 0 \text{ luego será reacción espontánea. } (0,4 \text{ puntos})$$



3. (1,5 puntos) La reacción de carbón sobre vapor de agua conduce a la formación de hidrógeno de acuerdo con el equilibrio  $\text{C}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g})$ ;  $\Delta H = 21,5 \text{ Kcal}$ . Explique cómo se verá afectado el equilibrio anterior:

a) Si se aumenta la temperatura. (0,5 puntos)

b) Si se retira  $\text{CO}_2(\text{g})$  del reactor. (0,5 puntos)

c) Si se aumenta la presión. (0,5 puntos)

## RESPUESTA

a) (0,5 puntos)

Explicación principio Le Chatelier: 0,2 puntos

Cuando se aumenta la temperatura de un sistema en equilibrio, este evoluciona en el sentido que absorba el calor que se le proporciona

Aplicación principio Le Chatelier: 0,3 puntos

El equilibrio es endotérmico, por lo que si se sube la temperatura se desplazará hacia la derecha para compensar el aumento.

b) (0,5 puntos)

Explicación principio Le Chatelier: 0,2 puntos

Cuando se modifican las concentraciones de alguno de los componentes del equilibrio, éste evoluciona para compensar este efecto, desplazándose en el sentido en el que se recupere la concentración.

Aplicación principio Le Chatelier: 0,3 puntos

Al eliminar  $\text{CO}_2(\text{g})$  que se encuentra en los productos de reacción, el equilibrio evoluciona hacia la derecha para producir más cantidad de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2$ .

c) (0,5 puntos)

Explicación principio Le Chatelier: 0,2 puntos

Con un aumento de la presión de un sistema en equilibrio, éste evoluciona para compensar este efecto, desplazándose en el sentido en el que haya un menor número de moles gaseosos.

Aplicación principio Le Chatelier: 0,3 puntos

En el primer miembro hay 2 moles gaseosos, mientras que en el segundo 3, por lo que trabajar a presiones altas conlleva a que el equilibrio se desplace hacia la izquierda.

4. (2,5 puntos) Se prepara una disolución disolviendo 4 g de NaOH en agua y enrasando hasta 250 mL.

a) Calcule el pH de la disolución resultante. (0,4 puntos)

b) Determine el pH de la disolución que se obtiene a partir de la adición de 50 mL de HCl 0,5 M sobre 50 mL de la disolución de NaOH inicial. Suponga los volúmenes aditivos. Escriba la reacción. (1,4 puntos)

c) ¿Qué volumen de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M será necesario para neutralizar 20 mL de la disolución inicial de NaOH. Escriba la reacción. (0,7 puntos)

**Datos:** Masas atómicas: Na = 23; O = 16; H = 1.

**RESPUESTA:****a) (0,4 puntos)**

Masa molar (NaOH) = 23+16 +1 = 40 g/mol

NaOH es base fuerte  $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$  $[\text{NaOH}] = [\text{OH}^-] = (4/40)/0,25 = 0,4 \text{ M}$  (0,2 puntos) $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 0,398 = 0,4$        $\text{pH} = 14-\text{pOH} = 13,60$  (0,2 puntos)**b) (1,4 puntos)** $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  (0,2 puntos)

Cálculo de moles (0,25 puntos)

Moles de NaOH =  $0,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \cdot 50 \text{ mL}\cdot 10^{-3}\text{L/mL} = 0,02$  molesMoles de HCl =  $0,5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \cdot 50 \text{ mL}\cdot 10^{-3}\text{L/mL} = 0,025$  moles $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$       planteamiento (0,5 puntos)

Moles iniciales    0,025    0,02

Reaccionan        0,02    0,02

Quedan             $5\cdot 10^{-3}$     0      0,02Al final solo quedan  $5\cdot 10^{-3}$  moles de HCl que es un ácido fuerte, NaCl no cuenta porque da pH neutro. $[\text{HCl}] = [\text{H}^+] = 5\cdot 10^{-3} / 0,1 = 0,05 \text{ M}$  (0,25 puntos)

V final = 50+50 = 100 mL

 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 1,3$  (0,2 puntos)**c) (0,7 puntos)** $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  (0,2 puntos)Para neutralizar moles de NaOH necesitamos  $\frac{1}{2}$  moles de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ Moles de NaOH =  $0,4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \cdot 20 \text{ mL}\cdot 10^{-3}\text{L/mL} = 8 \cdot 10^{-3}$  molesMoles de  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 8 \cdot 10^{-3}$  moles  $1 \text{ mol } \text{H}_2\text{SO}_4 / 2 \text{ moles NaOH} = 4 \cdot 10^{-3}$  moles $4 \cdot 10^{-3} \text{ moles} = V \cdot 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ V = 40 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,5 puntos)**5. (2,5 puntos)** Sabiendo que las entalpías de formación estándar del  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  y del propano(g) son -393,5; -285,8 y -103,8 KJ/mol respectivamente, calcule:**a)** La entalpía de combustión estándar del propano. Escriba su ecuación. (0,9 puntos)**b)** La masa de propano que se debería quemar para obtener 1 kg de CaO por descomposición térmica de  $\text{CaCO}_3$ :  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  ( $\Delta H = 178,1 \text{ KJ/mol}$ ) (0,9 puntos)**c)** El volumen de aire, medido en condiciones normales, que se necesita para quemar el propano del apartado b. Considere que el aire contiene 21% en volumen de  $\text{O}_2$ . (0,7 puntos)**Datos:** Masas atómicas: C = 12; H = 1; O = 16; Ca = 40.**RESPUESTA****a) (0,9 puntos)** $\text{C}_3\text{H}_8 (\text{g}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$  (0,4 puntos)

Fórmulas mal escritas restar 0,1 puntos de cada una

El cálculo de entalpía  $\Delta H_r^0 = \sum(n_i \Delta H^0)_{\text{productos}} - \sum(n_i \Delta H^0)_{\text{reactivos}}$  $\Delta H_r^0 = [4(-285,8) + 3(-393,5)] - [(-103,8)] = -2219,9 \text{ kJ/mol}$  (0,5 puntos)

[Si utilizan la ley de Hess para resolverlo tendrán que escribir todas ecuaciones correctamente y si no escriben los estados de agregación: restar 0,2 puntos, el cálculo final de la entalpía daría 0,5 puntos]

**b) (0,9 puntos)**

Masa molar (CaO) = 40 + 16 = 56 g/mol

Moles de CaO =  $1000 \text{ g CaO} \cdot 1 \text{ mol CaO} / 56 \text{ g CaO} = 17,85$  moles (0,2 puntos) $17,85 \text{ moles CaO} \cdot 178,1 \text{ kJ/mol} = 3179,085 \text{ kJ}$  necesarios para obtener 1kg (0,3 puntos) $3179,085 \text{ kJ} \cdot 1 \text{ mol propano} / 2219,9 \text{ kJ} = 1,43$  moles de propano se necesitan (0,25 puntos)Masa molar ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) =  $12\cdot 3 + 8 = 44$  g/mol $1,43 \text{ moles} \cdot 44 \text{ g/mol propano} = 62,92 \text{ g propano}$  (0,15 puntos)



**c)** (0,7 puntos)

Moles de oxígeno = 1,43 moles propano · 5 moles de O<sub>2</sub>/mol propano = 7,15 moles (0,2 puntos)

Volumen de oxígeno 0,5 puntos

$V = 7,15 \text{ mol O}_2 \cdot 22,4 \text{ L/mol O}_2 \cdot 100 \text{ L aire/21 L O}_2 = 762,66 \text{ L}$