



### CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN

El alumno deberá contestar a una de las dos opciones A o B con sus problemas y cuestiones. Cada opción consta de cinco preguntas. Cada una de las preguntas puntuará como máximo dos puntos. La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.

### DATOS GENERALES

Los valores de las constantes de equilibrio que aparecen en los problemas deben entenderse que hacen referencia a presiones expresadas en atmósferas y concentraciones expresadas en mol/L.

#### Constantes universales

$$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$u_m = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

**Masas atómicas:** H = 1,008; C = 12,01; N = 14,01; O = 16,00; Cl = 35,45; K = 39,10; Cr = 51,99; Zn = 65,40.

### OPCIÓN B - SOLUCIONES

- La combustión del metano,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , produce dióxido de carbono (g) y agua (l), siendo  $\Delta H_{\text{COMBUSTIÓN}} = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
  - Calcule la cantidad de energía desprendida cuando se queman 3 gramos de metano gas. (hasta 1,0 punto)
  - Que presión generará el  $\text{CO}_2$  desprendido si se recoge a  $25^\circ\text{C}$  en un recipiente de 5 litros. (hasta 0,5 puntos)
  - Calcule el volumen de agua líquida que se produce. (hasta 0,5 puntos)
- Dados los elementos A, B Y C de números atómicos 19, 13 Y 35, respectivamente, indique justificándolo:
  - La configuración electrónica ordenada de cada uno de ellos. (hasta 0,6 puntos)
  - La naturaleza de los enlaces de los compuestos que responden a: A-C; B-B; C-C. (hasta 0,9 puntos)
  - Enuncie el principio de máxima multiplicidad de Hund. (hasta 0,5 puntos)
- Para el equilibrio:  $2 \text{ H}_2\text{S}(\text{g}) + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{ SO}_2(\text{g})$ ;  $\Delta H = -1036 \text{ kJ}$ . Predecir hacia donde se desplazará el equilibrio si:
  - Aumentamos el volumen del recipiente a temperatura constante. (hasta 0,4 puntos)
  - Extraemos  $\text{SO}_2(\text{g})$ . (hasta 0,4 puntos)
  - Aumentamos la temperatura. (hasta 0,4 puntos)
  - Absorbemos el vapor de agua. (hasta 0,4 puntos)
  - Añadimos 10 moles de helio. (hasta 0,4 puntos)
- Una muestra de 500 mg de un ácido monoprótico fuerte se neutralizó con 33,16 ml de disolución 0,15 M de KOH. Calcule:
  - La masa molecular del ácido. (hasta 1,0 punto)
  - El pH de la mezcla cuando se hubieran añadido 40 ml de la base, suponiendo un volumen final de 50 ml. (hasta 1,0 punto)
- Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones
  - Dadas las reacciones:
$$\text{KCl}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}); \quad \Delta H = 718 \text{ kJ}$$
$$\text{KCl}(\text{s}) \rightarrow \text{K}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{ Cl}_2(\text{g}); \quad \Delta H = 436 \text{ kJ}$$
$$\text{K}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{ Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{K}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}); \quad \Delta H = 211 \text{ kJ}$$
Calcule la  $\Delta H$  para la reacción:  $\text{K}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g})$  (hasta 1,0 punto)
  - Una reacción es espontánea a  $975^\circ\text{C}$  pero no es espontánea a  $25^\circ\text{C}$ . ¿Qué signos tendrán  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$  para dicha reacción? (hasta 1,0 punto)

### SOLUCIONES

La combustión del metano,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , produce dióxido de carbono (g) y agua (l), siendo  $\Delta H_{\text{COMBUSTIÓN}} = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- Calcule la cantidad de energía desprendida cuando se queman 3 gramos de metano gas. (hasta 1,0 punto)
- Que presión generará el  $\text{CO}_2$  desprendido si se recoge a  $25^\circ\text{C}$  en un recipiente de 5 litros. (hasta 0,5 puntos)
- Calcule el volumen de agua líquida que se produce. (hasta 0,5 puntos)

## RESOLUCIÓN

Según la estequiometría de la reacción de combustión del metano, tenemos que:

$\text{CH}_4 +$	$2.\text{O}_2$	$\rightarrow$	$\text{CO}_2 +$	$2.\text{H}_2\text{O}$	$\Delta H = - 802 \text{ kJ.}$
1 mol = 16 g	2 mol = 64 g		1 mol = 44 g	2 mol = 36 g	- 802 kJ
3	X		Y	Z	$\Delta H?$

b)  $\Delta H = \frac{3.802}{16} = 150,38 \text{ KJ se desprenden}$

c)  $Y = \frac{3.44}{16} = 8,25 \text{ g de CO}_2 \text{ se desprenden.}$  Aplicandole la Ecuación de Clapeyron para los

gases:  $P.V = \frac{g}{Pm} . R.T$ ;  $P.5 = \frac{8,25}{44} . 0,082.298$ ; **P = 0,92 atm**

d)  $Z = \frac{3.36}{16} = 6,75 \text{ g de agua líquida} = 6,75 \text{ mL de agua,}$  pues la densidad del agua líquida es 1 g/mL

2. Dados los elementos A, B Y C de números atómicos 19, 13 y 35, respectivamente, indique justificándolo:

- La configuración electrónica ordenada de cada uno de ellos. (hasta 0,6 puntos)
- La naturaleza de los enlaces de los compuestos que responden a: A-C; B-B; C-C. (hasta 0,9 puntos)
- Enuncie el principio de máxima multiplicidad de Hund. (hasta 0,5 puntos)

## RESOLUCIÓN

Las configuraciones electrónicas ordenadas son:

**A:** Z = 19:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ . Se trata de un metal alcalino (Es el Potasio)

**B:** Z = 13:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$  (Se trata de un metal del grupo del Boro (Es el Aluminio)

**C:** Z = 35:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$  (Se trata de un No metal, un Halógeno (Es el Bromo)

El enlace **A-C** es un enlace iónico, entre un metal A, con mucha tendencia a perder su electrón de la última capa, y un No metal, con mucha tendencia a ganar un electrón y completar así su capa externa.

En enlace **B-B** es un enlace metálico, pues se produce entre dos átomos de un metal, ambos con tendencia a perder sus electrones más externos.

El enlace **C-C** es un enlace covalente puro ya que se produce entre dos átomos del mismo no metal, ambos con la misma electronegatividad, y con gran tendencia a captar un electrón, por lo que para completar la última capa de ambos, compartirán un electrón de cada uno.

El Principio de máxima multiplicidad de Hund nos regula la distribución de los electrones en los diferentes orbitales de un mismo subnivel, los cuales tienen la misma energía. Se enuncia así: Los electrones, al ocupar un subnivel, se distribuyen en el mayor número de orbitales posible (máxima multiplicidad o máximo desapareamiento) y de forma que sus spins sean paralelos.

3. Para el equilibrio:  $2 \text{H}_2\text{S(g)} + 3 \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O(g)} + 2 \text{SO}_2\text{(g)}$ ;  $\Delta H = -1036 \text{ kJ}$ . Predecir hacia donde se desplazará el equilibrio si:

- Aumentamos el volumen del recipiente a temperatura constante. (hasta 0,4 puntos)
- Extraemos  $\text{SO}_2\text{(g)}$ . (hasta 0,4 puntos)
- Aumentamos la temperatura. (hasta 0,4 puntos)
- Absorbemos el vapor de agua. (hasta 0,4 puntos)
- Añadimos 10 moles de helio. (hasta 0,4 puntos)

## RESOLUCIÓN

En todos los casos hemos de tener en cuenta el Principio de Le Chatelier: "Cuando en un equilibrio se introduce una modificación, éste se desplazará en el sentido en el cual se contrarreste dicha modificación". Por tanto, tendremos que:

Si "Aumentamos el volumen del recipiente." el equilibrio se desplazará hacia el miembro en el cual haya mayor número de moles de gases; en este caso el equilibrio **SE DESPLAZARÁ HACIA LA IZQUIERDA.**

Si "Extraemos  $\text{SO}_2(\text{g})$ " , el equilibrio se desplazará de forma que se forme más cantidad de este componente, es decir, **SE DESPLAZARÁ HACIA LA DERECHA.**

Si "Aumentamos la temperatura" se favorecerá la reacción endotérmica, por lo que el equilibrio **SE DESPLAZARÁ HACIA LA IZQUIERDA.**

Si "Absorbemos vapor de agua" , el equilibrio se desplazará de forma que se forme más cantidad de este componente, es decir, **SE DESPLAZARÁ HACIA LA DERECHA.**

Si "Añadimos 10 moles de helio." el equilibrio **NO se desplazará** hacia ningún miembro ya que el Helio no interviene en el equilibrio.

4. Una muestra de 500 mg de un ácido monoprótico fuerte se neutralizó con 33,16 ml de disolución 0,15 M de KOH. Calcule:

a) La masa molecular del ácido. (hasta 1,0 punto)

b) El pH de la mezcla cuando se hubieran añadido 40 ml de la base, suponiendo un volumen final de 50 ml. (hasta 1,0 punto)

#### RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar entre el ácido monoprótico ( HA ) y el hidróxido de potasio, y la estequiometría de esta reacción son de donde la cantidad de KOH utilizada la calculamos a partir de la expresión de la Molaridad de

una disolución:  $M = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot L_{DISCON}} \Rightarrow 0,15 = \frac{g_{SOLUTO}}{56,10 \cdot 0,3316}$  ; **g = 0,279 g de KOH se gastan en la reacción**

HA	+	KOH	----->	KA	+	H <sub>2</sub> O
1 mol = X		1 mol = 56,10 g		1 mol		1 mol
0,500 g		0,279				

de donde  $X = \frac{0,500 \cdot 56,10}{0,279} = \mathbf{100,54 \text{ g/mol}}$

Si añadimos 40 mL de base, la cantidad de ésta añadida es:  $0,15 = \frac{g_{SOLUTO}}{56,10 \cdot 0,040}$  ; g = 0,337 g de KOH, por

lo que la cantidad de ésta que sobraré la calculamos a partir de la estequiometría de la reacción, en la cual, como ya habíamos calculado, se gastan 0,279 g para neutralizar el ácido que había, así:

KOH sobrante = 0,337 - 0,279 = **0,058 g de KOH sobran.**

Dado que el volumen total es de 50 mL, la molaridad de esta disolución de KOH es:

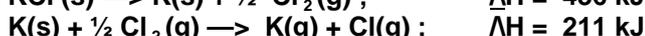
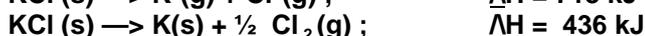
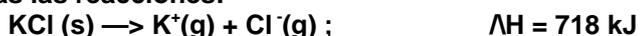
$M = \frac{0,058}{56,10 \cdot 0,05} = \mathbf{0,0207 \text{ Molar de KOH}}$  y esta base se disocia completamente en disolución acuosa ya que se

trata de una base fuerte, con lo que calculamos el pOH y con él, el pH

	KOH	<==>	K <sup>+</sup>	+	OH <sup>-</sup>	pOH = - lg[OH <sup>-</sup> ] = - lg 0,0207; <b>pOH = 1,68</b>
Inicial	0,0207		---		---	pH = 14 - pOH = 14 - 1,68
En equil.	---		0,0207		0,0207	<b>pH = 12,32</b>

5. Conteste razonadamente a las siguientes cuestiones

a) Dadas las reacciones:

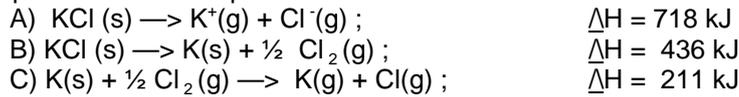


Calcule la  $\Delta H$  para la reacción:  $\text{K}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g})$  (hasta 1,0 punto)

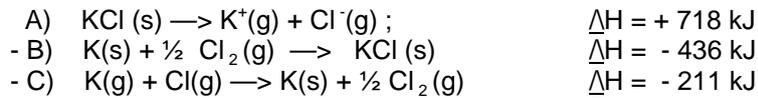
b) Una reacción es espontánea a 975°C pero no es espontánea a 25°C. ¿Qué signos tendrán  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$  para dicha reacción? (hasta 1,0 punto)

#### RESOLUCIÓN

Puesto que nos dan datos para tres reacciones:



Las combinamos para que , al sumarlas, se obtenga la reacción pedida:  $\text{K(g)} + \text{Cl(g)} \rightarrow \text{K}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g})$ :



b) Para que sea espontánea, la variación de la energía libre de Gibbs de ser negativa:  $\Delta G < 0$ , por lo que si tenemos en cuenta la expresión que nos la da:  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$  .

Si esta reacción es espontánea a 975°C y no lo es a 25°C, quiere decir que en la expresión anterior cambia el signo entre esas dos temperaturas, y ello indica que  $\Delta H > 0$  y que  $\Delta S > 0$  pues a temperatura baja, llevará el signo  $\Delta H$  , y si al aumentar la temperatura cambia el signo, quiere decir que ya el  $\Delta S$  compensa el valor del  $\Delta H$  y es capaz de cambiar el signo global:

A 25° no es espontánea y a 975 sí lo es, nos indica que cambia el signo de  $\Delta G$  al hacerlo la temperatura, lo cual quiere decir que  $\Delta H > 0$  y que  $\Delta S > 0$  con un valor tal que haga que:

a 25°C:	$0 > \Delta H - (25+273) \cdot \Delta S \implies \Delta H > (25+273) \cdot \Delta S \implies \Delta G > 0$	
a 975°C:	$0 < \Delta H - (975+273) \cdot \Delta S \implies \Delta H < (975+273) \cdot \Delta S \implies \Delta G < 0$	