

## 2º E Bach - QUÍMICA - Recuperación 2ª evaluación - 15 mayo 2006

- 1ª Conteste de modo razonado a las siguientes preguntas:  
a) Qué valores tienen que tener las magnitudes termodinámicas para que una reacción sea espontánea?  
B) ¿Podría lograrse mediante calentamiento que una reacción no espontánea a 25°C fuese espontánea a una temperatura más alta?
- 2ª En el sistema periódico se encuentran en la misma columna los elementos Cloro, Bromo y yodo, colocados en orden creciente de su número atómico. Si el número atómico del cloro es 17:  
a) Escriba la configuración electrónica de los tres elementos  
b) Defina el primer potencial de ionización de un elemento químico y asigne a cada uno de los tres elementos el potencial de ionización que pueda corresponderle entre los siguientes; 10,4 , 11,8 y 13,1 eV  
c) Defina qué es la afinidad electrónica
- 3ª Indique razonadamente qué tipo de enlace o fuerza de atracción se rompe al:  
a) Fundir Bromuro de Litio  
b) Disolver bromo molecular en tetracloruro de carbono  
c) Evaporar agua
- 4ª Una muestra de 0,10 moles de  $\text{BrF}_5$  se introduce en un recipiente de 10 litros que, una vez cerrado se calienta a 1500°C estableciéndose el siguiente equilibrio:  $\text{BrF}_{5(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Br}_{2(g)} + \frac{5}{2} \text{F}_{2(g)}$ . Cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,46 atm. Calcule:  
a) El grado de disociación del  $\text{BrF}_5$   
b) El valor de la constante de equilibrio Kc
- 5ª a) Calcular la entalpía estándar de combustión del gas propano.  
B) Cuanto calor se produce en la combustión completa del propano contenido en una bombona de 75 litros si la temperatura es de 10°C y la presión del gas en la bombona es de 15 atm  
Haga los cálculos suponiendo que el propano es un gas ideal. DATOS: Entalpías de formación estándar del  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ,  $\text{CO}_{2(g)}$  y propano (gas) son respectivamente: - 286 kJ, - 394 kJ y - 104 kJ respectivamente.

### SOLUCIONES

- 1º - Conteste de modo razonado a las siguientes preguntas:  
a) Qué valores tienen que tener las magnitudes termodinámicas para que una reacción sea espontánea?  
B) ¿Podría lograrse mediante calentamiento que una reacción no espontánea a 25°C fuese espontánea a una temperatura más alta?

#### RESOLUCIÓN:

- a) La espontaneidad de una reacción cualquiera viene determinada por el valor de la energía libre, cuyo valor viene dado por la expresión :  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$   
Los valores que puede tomar son:  
 $\Delta G < 0$  El proceso es espontáneo en esas condiciones  
 $\Delta G = 0$  El proceso se encuentra en equilibrio  
 $\Delta G > 0$  El proceso espontáneo es el proceso contrario al propuesto.

Por tanto, para que un proceso sea espontáneo, el valor de la Energía libre,  $\Delta G$  ha de ser negativo, lo cual depende tanto del valor de  $\Delta H$  como del de  $\Delta S$ , pues T es siempre positivo (Temperatura absoluta), a saber:

$\Delta H$  : su variación depende fundamentalmente de los enlaces rotos y formados en el proceso. En general podemos decir que cualquier proceso evolucionará siempre que sea posible hacia estados de menor contenido energético, por lo que un valor negativo de  $\Delta H$  favorece la tendencia de una reacción a producirse espontáneamente, ya que hace que el valor de  $\Delta G$  sea más negativo

$\Delta S$  : El  $\Delta S$  se incluye la influencia de la entropía, que es una medida del desorden del sistema, y sabemos que cualquier evolución de un sistema es tanto más probable cuanto más aumente el desorden del mismo. La evolución de este término puede evaluarse cualitativamente teniendo en cuenta que viene favorecido ya sea por el aumento del número de especies químicas presentes o por la disminución de la rigidez de los enlaces. Menor en los gases que en los líquidos y en éstos que en los sólidos, por ello podemos establecer dos puntos de referencia:

- a) Si el número de especies químicas existentes en los productos de la reacción es mayor que en los reactivos, será también mayor el desorden, por lo que contribuirá a un aumento de la entropía ( $\Delta S$ ) y con ello, a una disminución de la Energía libre de Gibbs ( $\Delta G$ )  
b) El otro factor que nos puede indicar las variaciones de entropía es la libertad de movimientos de los átomos dentro de la molécula. Así, cuanto más rígidos sean los enlaces dentro de una molécula, menos libertad de movimientos tendrán los átomos que la formen. Por ello, la

entropía de un sistema aumentará cuando al producirse la reacción se formen enlaces menos rígidos. En general se puede decir que en paso de sólido a líquido y de este a vapor, disminuye la rigidez de los enlaces, por lo que aumentará la entropía ( $\Delta S$ ) y por tanto disminuirá la Energía libre de Gibbs ( $\Delta G$ )

b) Si tenemos en cuenta la expresión que nos da el valor de la Energía libre :  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$  y si sabemos que el proceso no es espontáneo:  $\Delta G > 0$  pueden darse varias posibilidades:

- 1)  $\Delta H > 0$  y  $\Delta S < 0$  en este caso sea cual sea el valor de T, siempre obtendremos un valor de  $\Delta G > 0$ , por lo que en este caso siempre será espontáneo el proceso contrario
- 2)  $\Delta H < 0$  y  $\Delta S > 0$  en este caso, sea cual sea el valor de T, siempre obtendremos un valor de  $\Delta G < 0$  por lo que este proceso será siempre espontáneo
- 3)  $\Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0$  Para que el proceso sea espontáneo:  $\Delta G < 0$  tiene que cumplirse que:  $\Delta H - T \cdot \Delta S < 0$   
En este caso puede suceder que a temperatura baja suceda que  $\Delta H > T \cdot \Delta S$ , por lo que  $\Delta G$  será mayor de cero (positivo), por lo que el proceso no es espontáneo, pero si la temperatura aumenta hasta que su valor haga que  $\Delta H < T \cdot \Delta S$ , resultará que  $\Delta G$  será menor de cero (negativo) y el proceso es ya espontáneo.

Por tanto, sí puede darse el caso indicado, y será cuando se trate de un proceso en el cual  $\Delta H$  sea positivo (reacción endotérmica) y  $\Delta S$  sea también positivo, por lo que el valor global (positivo o negativo) dependerá de la Temperatura absoluta a la cual tenga lugar el proceso ya que tiene que cumplirse que el valor de la Energía libre sea:  $\Delta H - T \cdot \Delta S < 0$  y por tanto:  $\Delta H < T \cdot \Delta S$ , de donde deducimos que para que el proceso sea

espontáneo, el valor de la temperatura absoluta debe ser:  $T > \frac{\Delta H}{\Delta S}$

---

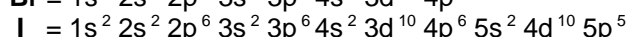
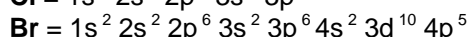
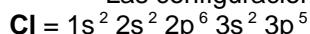
**2º - En el sistema periódico se encuentran en la misma columna los elementos Cloro, Bromo y yodo, colocados en orden creciente de su número atómico. Si el número atómico del cloro es 17:**

- a) Escriba la configuración electrónica de los tres elementos
- b) Defina el primer potencial de ionización de un elemento químico y asigne a cada uno de los tres elementos el potencial de ionización que pueda corresponderle entre los siguientes; 10,4, 11,8 y 13,1 eV
- c) Defina qué es la afinidad electrónica

RESOLUCIÓN

A) Esos tres elementos se encuentran respectivamente en los periodos 3º, 4º y 5º. Los periodos 4º y 5º contienen ya a los elementos de transición, pero no a los de transición interna, por lo que cada uno está compuesto por 18 elementos, de manera que los números atómicos diferirán en esa cantidad y son; Cl = 17 ; Br = 35 y I = 53.

Las configuraciones electrónicas respectivas son;



B) El primer potencial de ionización o energía de ionización se define como " La energía que hay que comunicarle a un átomo neutro, gaseoso y en estado fundamental para arrancarle el electrón más débilmente retenido".

En el Sistema periódico sus valores aumentan al desplazarnos hacia la derecha, en los periodos, y hacia arriba, en los grupos, por tanto los tres valores dados, corresponderán, respectivamente a los elementos: **YODO : 10,4 ; BROMO = 11,8 y CLORO = 13,1 eV**

C) La afinidad electrónica o electroafinidad es la energía que se libera cuando un átomo neutro, gaseoso y en estado fundamental gana un electrón para convertirse en un anión. En el Sistema periódico sus valores aumentan al desplazarnos hacia la derecha, en los periodos, y hacia arriba, en los grupos, de la misma forma que la energía de ionización.

---

**3º - Indique razonadamente qué tipo de enlace o fuerza de atracción se rompe al:**

- a) Fundir Bromuro de Litio
- b) Disolver bromo molecular en tetracloruro de carbono
- c) Evaporar agua

RESOLUCIÓN

Para determinar qué enlaces se rompen debemos tener en cuenta qué es lo que realmente sucede cuando tienen lugar los procesos indicados.

A) **Fundir Bromuro de Litio:** El Bromuro de litio (LiBr) es un compuesto iónico por lo que en estado sólido cada uno de los iones:  $\text{Li}^+$  ó  $\text{Br}^-$  se encuentra en su red cristalina rodeado de otros iones de signo contrario que lo hacen permanecer en su posición.

Cuando se funde el cristal, se rompen estos enlaces y los iones pueden ya moverse con cierta libertad (estado líquido), por lo que en este proceso **se rompen los enlaces iónicos existentes entre los iones Litio ( $\text{Li}^+$ ) y Bromuro ( $\text{Br}^-$ )**

B) **Disolver bromo molecular en tetracloruro de carbono** El Bromo molecular ( $\text{Br}_2$ ) es un compuesto líquido en el cual coexisten dos tipos de enlaces: Los ENLACES INTRAMOLECULARES, entre los dos átomos de Bromo que conforman la molécula) son enlaces covalentes puros y como tales son enlaces fuertes, mientras que los ENLACES INTERMOLECULARES, que mantienen unidas unas moléculas con otras son enlaces por fuerzas de Van der Waals, y por tanto débiles.

Cuando se produce la disolución en Tetracloruro de carbono, que es un disolvente apolar, **se rompen los enlaces intermoleculares por fuerzas de Van del Waals**, manteniéndose el Bromo molecular como tal en la disolución.

C) **Evaporar agua** La evaporación es un proceso en el cual una sustancia pasa de estado líquido a gaseoso a una temperatura inferior a su temperatura de ebullición. En el caso del agua a la presión normal (1 atm) este fenómeno se produce entre  $0^\circ\text{C}$  y  $100^\circ\text{C}$ . El agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) es un por tanto un compuesto líquido en el cual coexisten dos tipos de enlaces: Los ENLACES INTRAMOLECULARES, entre los dos átomos de Hidrógeno con el de Oxígeno que conforman la molécula, son enlaces covalentes parcialmente iónicos por lo que están polarizados, con los electrones del enlace más próximos al átomo de Oxígeno. Por ello, y debido también a la hibridación  $\text{sp}^3$  del átomo de Oxígeno, la molécula de agua está polarizada, mientras que los ENLACES INTERMOLECULARES, que mantienen unidas unas moléculas con otras se deben a esta polarización y se forman debido a la atracción del átomo de Oxígeno de una molécula (el cual tiene un exceso de carga negativa) hacia un átomo de Hidrógeno de otra molécula de agua contigua, con la cual formará un enlace intermolecular por Puente de Hidrógeno.

Cuando se produce la evaporación del agua, las moléculas permanecen como tales ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pero **se romperán sus enlaces por puente de Hidrógeno con otras moléculas vecinas** de manera que el agregado molecular sea más pequeño y pueda existir en estado gaseoso

**4º - Una muestra de 0,10 moles de  $\text{BrF}_5$  se introduce en un recipiente de 10 litros que, una vez cerrado se calienta a  $1500^\circ\text{C}$  estableciéndose el siguiente equilibrio:  $\text{BrF}_{5(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{Br}_{2(g)} + \frac{5}{2} \text{F}_{2(g)}$  . Cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,46 atm. Calcule:**

- a) El grado de disociación del  $\text{BrF}_5$   
 b) El valor de la constante de equilibrio  $K_c$

#### RESOLUCIÓN

El equilibrio que tiene lugar es:

	$\text{BrF}_{5(g)} \rightleftharpoons$	$\frac{1}{2} \text{Br}_{2(g)} +$	$\frac{5}{2} \text{F}_{2(g)}$
Moles iniciales	0,10	---	---
Moles finales	$0,10 - X$	$\frac{1}{2} X$	$\frac{5}{2} X$

Siendo  $X = \text{N}^\circ$  de moles de  $\text{BrF}_{5(g)}$  que se descomponen.

Teniendo en cuenta que nos dan el valor de la presión total cuando se alcanza el equilibrio, y que ésta corresponde a la que ejerce el  $\text{n}^\circ$  total de moles:

$$n_{\text{TOTAL}} = (0,10 - X) + \frac{1}{2} X + \frac{5}{2} X = 0,10 + 2X \text{ moles totales}$$

al aplicarle la ecuación general de los gases ideales:

$$P.V = n.R.T \implies 2,46 \cdot 10 = (0,10 + 2X) \cdot 0,082 \cdot 1773 ; \text{ de donde } X = 0,0346 \text{ moles de } \text{BrF}_5 \text{ disociadas}$$

Y dado que teníamos inicialmente 0,10 moles de este compuesto, el grado de disociación,  $\alpha$ , del mismo es:

$$\alpha = \frac{0,0346}{0,10} ; \alpha = 0,346 ; (34,6\%)$$

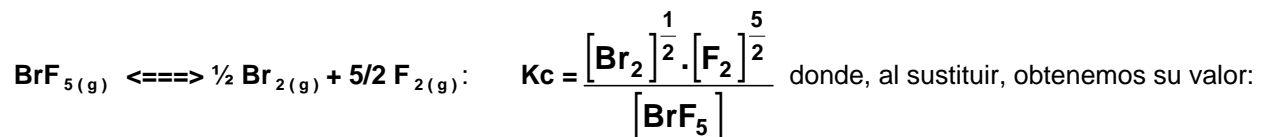
b) Para determinar el valor de la constante de equilibrio  $K_c$ , tenemos que calcular el número de moles de cada compuesto en el equilibrio, que es:

$$\text{BrF}_5 = 0,10 - X = 0,10 - 0,0346 = 0,0654 \text{ moles}$$

$$\text{Br}_2 = \frac{1}{2} \cdot X = \frac{1}{2} \cdot 0,0346 = 0,0173 \text{ moles}$$

$$\text{F}_2 = \frac{5}{2} \cdot X = \frac{5}{2} \cdot 0,0346 = 0,0865 \text{ moles}$$

La expresión que nos da el valor de la constante  $K_c$  para el equilibrio:



$$K_c = \frac{\left[ \frac{0,0173}{10} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[ \frac{0,0865}{10} \right]^{\frac{5}{2}}}{\left[ \frac{0,0654}{10} \right]}; \quad K_c = 4,426 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$$

- 5º** - a) Calcular la entalpía estándar de combustión del gas propano.  
 b) Cuanto calor se produce en la combustión completa del propano contenido en una bombona de 75 litros si la temperatura es de 10°C y la presión del gas en la bombona es de 15 atm

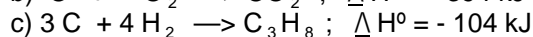
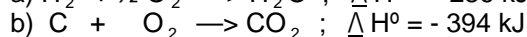
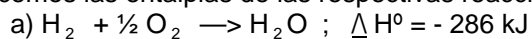
Haga los cálculos suponiendo que el propano es un gas ideal.

**DATOS:** Las entalpías de formación estándar del  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ,  $\text{CO}_{2(g)}$  y propano (gas) son respectivamente: - 286 kJ, - 394 kJ y - 104 kJ respectivamente.

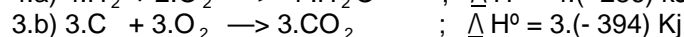
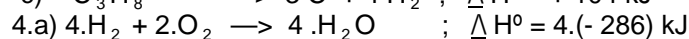
### RESOLUCIÓN

La reacción de combustión del propano es:  $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$

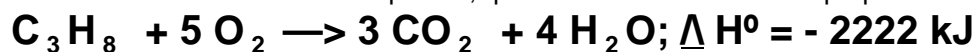
Y conocemos las entalpías de las respectivas reacciones de formación, que son:



las cuales combinamos para obtener la reacción pedida de la siguiente forma:



Y una vez sumadas: nos dan la reacción pedida, que es la de combustión del propano:



Para calcular el calor que se puede obtener con la bombona, hemos de calcular la cantidad de propano que contiene, lo cual hacemos utilizando la ecuación general de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \implies 15 \cdot 75 = n_{\text{PROPANO}} \cdot 0,082 \cdot 283;$$

**$n_{\text{PROPANO}} = 48,479$  moles de propano que hay en la bombona**

Por lo que como la entalpía de combustión era de  $\Delta H^\circ = - 2222 \text{ kJ/mol}$ , el calor que se puede obtener será:

$$\Delta H \text{ obtenido} = 48,479 \cdot 2222 = \mathbf{107720 \text{ kJ se obtendrán de la bombona}}$$

(La entalpía de combustión del propano es - 2222 kJ/mol, lo cual nos indica que cuando se quema un mol de propano se desprenden 2222 kJ; el signo - indica que el sistema (propano + oxígeno) pierde energía, que es la que nosotros obtenemos, por eso a la energía obtenida se le debe asignar el signo +)