

## 2º E - QUÍMICA - 2ª EVALUACIÓN - 1 FEBRERO 2006 - soluciones

### A - Calcular:

- 1º) La frecuencia de la radiación emitida al caer un electrón desde el segundo nivel al primero del átomo de hidrógeno.
- 2º) La energía total desprendida por un mol de átomos de hidrógeno que experimentan la transformación indicada en el apartado anterior.
- 3º) La masa de hidrógeno atómico necesaria para descomponer 90 g. de agua, suponiendo que toda la energía desprendida en el anterior salto electrónico se transforme íntegramente en calor siendo la reacción de formación del agua:  $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 571.715,48 \text{ Julios}$ .  
DATOS: Constante de Rydberg =  $109.677,6 \text{ cm}^{-1}$  Pesos atómicos : H = 1,0 ; O = 16,0

### RESOLUCIÓN

1º) Para calcular la frecuencia o energía desprendida al caer un electrón de una órbita a otra más interior, se

utiliza la fórmula de Balmer:  $\bar{\nu} = R_H \cdot \left( \frac{1}{n_{\text{final}}^2} - \frac{1}{n_{\text{inicial}}^2} \right)$  donde  $R_H$  es la constante de Rydberg =

$109.677,6 \text{ cm}^{-1}$ ; "número de ondas":  $\bar{\nu}$ , que es:  $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$ ;  $\bar{\nu} = \frac{\nu}{c} \Rightarrow \nu = c \cdot \bar{\nu}$

y  $n_{\text{inicial}}$  y  $n_{\text{final}}$  son los niveles electrónicos, en este caso el nivel 2 y el 1, respectivamente.

Por tanto, tendremos:  $\bar{\nu} = 109677,6 \cdot \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 82258,2 \text{ cm}^{-1}$  Que es el valor del número de

ondas, por lo que la frecuencia de esa radiación será:

$$\nu = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s} \cdot 82258,2 \text{ cm}^{-1} = 2,468 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

2º) La energía correspondiente a una radiación se determina por la fórmula de Planck, que la relaciona con su frecuencia:  $E = h \cdot \nu$ , pero hemos de tener en cuenta que la frecuencia calculada en el apartado anterior corresponde al salto de UN ELECTRÓN, por lo que la energía así calculada será la correspondiente a un átomo, de manera que para cada mol de átomos, hemos de multiplicarla por el número de Avogadro:  $6,023 \cdot 10^{23}$ . Así, tendremos:

$$E = h \cdot \nu = 6,6252 \cdot 10^{-34} \cdot 2,468 \cdot 10^{15} = 1,635 \cdot 10^{-18} \text{ J/átomo} \Rightarrow \\ \Rightarrow E_{\text{mol}} = 1,635 \cdot 10^{-18} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 9,848 \cdot 10^5 \text{ Julios/mol}$$

3º) En la reacción que se nos indica, vemos que para cada dos moles de agua (2.18 = 36 g) es necesaria una energía de 571715,48 Julios, pero se nos pide para 90 g, por lo que será:

$$\left. \begin{array}{l} 36 \text{ g H}_2\text{O} \text{ --- } 571.715,48 \text{ J} \\ 90 \text{ g H}_2\text{O} \text{ ---- } x \end{array} \right\} x = 1,429 \cdot 10^6 \text{ J} \quad \text{y esta cantidad procede de los saltos}$$

electrónicos vistos en los apartados anteriores, en los que hemos calculado que por cada mol de átomos de Hidrógeno (1 gramos) que sufren este salto electrónico se desprenden  $9,848 \cdot 10^5$  Julios

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ g H}_2 \text{ ---- } 9,848 \cdot 10^5 \text{ J} \\ x \text{ g H}_2 \text{ ---- } 1,429 \cdot 10^6 \text{ J} \end{array} \right\} X = 1,45 \text{ g de hidrógeno atómico}$$

### B - 4º - Calcular la longitud de onda asociada a un protón acelerado con una energía de 1 M.e.v.

DATOS: masa del protón en reposo:  $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

### RESOLUCIÓN

La energía que lleva una partícula en movimiento es energía cinética, por lo que teniendo en cuenta que la masa del protón en reposo es  $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$  y la equivalencia entre el eV y el Julio ( $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ), podemos determinar su velocidad.

La energía que lleva ese protón es:  $10^6 \text{ eV} = 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ . Así:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow 1,602 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 1,672 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 1,384 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

Y con este valor de la velocidad, teniendo en cuenta la hipótesis de De Broglie sobre la dualidad onda-corpúsculo, según la cual todas las partículas se mueven asociadas a una onda, cuya longitud de onda viene dada por la expresión:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}; \lambda = \frac{6,625 \cdot 10^{-34}}{1,672 \cdot 10^{-27} \cdot 1,384 \cdot 10^7} = 2,862 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

**C - Se añaden 20 g de hielo a  $-14^\circ\text{C}$  a 150 g de agua a  $15^\circ\text{C}$ .**

5º - Determine la temperatura y estado final de la mezcla,

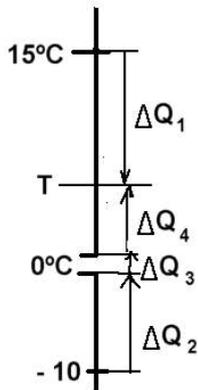
6º - Calcule la variación de entropía en el proceso.

**DATOS:** Calor específico del agua líquida = 1 cal/g.ºC

Calor específico del hielo = 0,50 cal/g.ºC

Calor latente de fusión del agua a 1 atm = 80 cal/g

**RESOLUCIÓN:** 5º - Al mezclar esas dos cantidades, dado que se trata de un proceso adiabático, sin intercambio de calor con el exterior, se ha de cumplir que  $\Delta Q = 0$ .



En el proceso global, el agua líquida se enfriará, cediendo calor al hielo, el cual se va a fundir para, posteriormente y ya en estado líquido, aumentar su temperatura hasta la temperatura  $T$ , cuyo valor suponemos que se encuentra entre 0 y  $15^\circ\text{C}$

Así, tendremos:  $\Delta Q_1 (\text{AGUA}) + \Delta Q_2 (\text{CALENT. HIELO}) + \Delta Q_3 (\text{FUS. HIELO}) + \Delta Q_4 (\text{CALENT. AGUA}) = 0$

$$150 \cdot 1 \cdot (T - 15) + 20 \cdot 0,50 \cdot (0 - (-14)) + 20 \cdot 80 + 20 \cdot 1 \cdot (T - 0) = 0 \text{ de donde: } T = 3^\circ\text{C}$$

**Por tanto tendremos 170 g de agua líquida a  $3^\circ\text{C}$**

6º - Para determinar la variación de la entropía, hemos de tener presente que el calor se intercambia en cuatro etapas, la Etapa 3 es un cambio de estado, el cual tiene lugar a temperatura constante, por lo que la expresión que hemos de emplear para

determinar la variación de entropía es:  $\Delta S = \frac{m \cdot c_{\text{LATENTE}}}{T}$ , mientras que en las

otras tres etapas el intercambio de calor se produce con variación de la temperatura,

por lo que la expresión a utilizar en ellas debe ser:  $\Delta S = m \cdot c_{\text{ESPECIF}} \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$ , y

la variación total de la entropía será la suma de las variaciones producidas en estas cuatro etapas.

$$\text{Etapa 1: } \Delta S_1 = 150 \cdot 1 \cdot \ln \frac{276}{288} = -6,384 \text{ cal/ºK}$$

$$\text{Etapa 2: } \Delta S_2 = 20 \cdot 0,5 \cdot \ln \frac{273}{259} = +0,526 \text{ cal/ºK}$$

$$\text{Etapa 3: } \Delta S_3 = \frac{20 \cdot 80}{273} = +5,861 \text{ cal/ºK}$$

$$\text{Etapa 4: } \Delta S_4 = 20 \cdot 1 \cdot \ln \frac{276}{273} = +0,219 \text{ cal/ºK}$$

$$\text{Por tanto: } \Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 + \Delta S_4 = -6,384 + 0,526 + 5,861 + 0,219 = +0,222 \text{ cal/ºK}$$

$$\Delta S = +0,222 \text{ cal/ºK}$$

**D - 7º - Determine la energía necesaria para calentar una masa de 100 g de hielo que está a una**

temperatura de 0°C y 1 atm de presión, hasta 4°C si el proceso transcurre a presión constante,

8º - calcule también el trabajo realizado

9º - Calcule también las variaciones de la energía interna y de la entropía en el proceso expresando los resultados en unidades del sistema internacional

DATOS: Calor latente de fusión del hielo = 80 cal/g ;  
Calor específico del agua líquida = 1 cal/g.°K ;  
Densidad del hielo 0,9 g/cm<sup>3</sup> ;  
Densidad del agua líquida a 4°C = 1 g/cm<sup>3</sup> ;  
1 atm = 101400 Pa

## RESOLUCIÓN

7º - El calor empleado en todo el proceso será el necesario para fundir el hielo más el que se necesita después para calentar esa masa de agua desde 0°C hasta 4°C:

$$\Delta Q_{\text{FUSIÓN}} = m \cdot c_{\text{LATENTE}} = 100\text{g} \cdot 80 \text{ cal/g} = 8000 \text{ cal}$$

$$\Delta Q_{\text{AGUA}} = m \cdot c_{\text{LATENTE}} \cdot (T_2 - T_1) = 100\text{g} \cdot 1 \text{ cal/g} \cdot \text{°K} \cdot (277-273) \text{°K} = 400 \text{ cal}$$

Por tanto, el calor necesario será:  $\Delta Q_{\text{TOTAL}} = 8000 + 400 = 8400 \text{ CALORÍAS} = 8400 \cdot 4,18 = + 35112 \text{ julios}$

$$\Delta Q_{\text{TOTAL}} = + 35112 \text{ julios}$$

8º - Para Calcular el trabajo tenemos que determinar los volúmenes del hielo y del agua líquida, para lo cual

utilizamos la expresión de la densidad:  $d = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}} \Rightarrow \text{Volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$  ;

$$\text{así, para el hielo: } V_{\text{HIELO}} = \frac{100\text{g}}{0,9 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 111,11 \text{ mL} = 1,11 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\text{Para el agua líquida: } V_{\text{AGUA LIQ}} = \frac{100\text{g}}{1,0 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 100,00 \text{ mL} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

El trabajo de expansión es:  $\Delta W = -P \cdot \Delta V = -101400 \cdot (1 \cdot 10^{-4} - 1,11 \cdot 10^{-4}) = + 1,11 \text{ Julios}$

$$\Delta W_{\text{TOTAL}} = + 1,11 \text{ julios}$$

9º - De acuerdo con la expresión del primer principio:  $\Delta U = \Delta Q + \Delta W = +35112 + 1,11 = 35113,11 \text{ Julios}$

$$\Delta U = + 35113,11 \text{ Julios}$$

La variación de entropía tiene lugar en dos etapas, la primera de las cuales, fusión del hielo, tiene lugar a temperatura constante, por lo que :

$$\text{Etapa 1: } \Delta S_1 = \frac{100 \cdot 80}{273} = + 29,30 \text{ cal/°K} = 29,30 \text{ cal/°K} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = + 122,49 \text{ Jul/°K}$$

$$\text{Etapa 2: } \Delta S_2 = 100 \cdot 1 \cdot \ln \frac{277}{273} = + 1,45 \text{ cal} = 1,45 \text{ cal/°K} \cdot 4,18 \text{ J/cal} = + 6,06 \text{ Jul/°K}$$

Y por tanto, la variación total de entropía en el proceso será la suma de ambas:

$$\Delta S_{\text{TOTAL}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = +122,49 + 6,06 = + 128,55 \text{ J/°K}$$

$$\Delta S = + 128,55 \text{ Julios/°K}$$

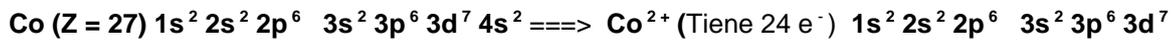
---

**E - 10º - Si los números atómicos respectivos de nitrógeno, magnesio y cobalto son 7, 18, 12 y 27.**

**Escriba las configuraciones electrónicas de los iones N<sup>3-</sup>, Mg<sup>2+</sup> y Co<sup>2+</sup>**

## RESOLUCIÓN:

Para escribir las configuraciones electrónicas de los iones, vamos a escribir antes las correspondientes a los átomos neutros, ya que los iones tienen más o menos electrones que el átomo neutro, según nos indique su carga negativa o positiva, respectivamente. Si la carga es positiva pierde los electrones de valencia: los más externos y los más débilmente retenidos)



En el caso de este último ion, aunque en el orden de llenado los últimos electrones que entran son los que van llenando el subnivel 3d, sin embargo los primeros electrones en perderse cuando el cobalto cede electrones son los de su capa más externa, es decir, los dos del subnivel 4s