

2º C-D - BACHILLERATO - QUÍMICA - 7-MARZO -2008- Problemas

1º - Determinar la entalpía de la reacción de obtención del gas de agua, así como si será o no espontánea a 25°C. La reacción es: $C_{\text{GRAFITO}} + H_2O_{\text{GAS}} \rightarrow CO_{\text{GAS}} + H_2_{\text{GAS}}$, ¿Cual será la temperatura mínima a partir de la cual será espontánea?

DATOS:

	C_{GRAFITO}	H_2O_{LIQUIDO}	H_2O_{GAS}	CO_{GAS}	H_2_{GAS}
$\Delta H^{\circ}_{\text{FORMACIÓN}} \text{ (KJ/mol)}$	0	- 285,80	- 241,80	- 110,50	0
$\Delta S^{\circ} \text{ (J/mol.}^{\circ}\text{K)}$	+ 5,70	+ 69,91	+ 188,80	+ 197,70	+ 130,70

2º - Calcular el trabajo de expansión, así como la variación de energía interna que tiene lugar cuando se calienta 1 Kg de hielo desde -2°C hasta 25°C.

3º - Determine el valor de la afinidad electrónica del yodo, a partir de los siguientes datos:

A) Energía reticular del yoduro de potasio = - 631,8 kJ mol⁻¹.

B) Calor de sublimación del potasio = 87,9 kJ mol⁻¹.

C) Calor de sublimación del yodo = 43,5 kJ mol⁻¹.

D) Energía de disociación del I₂ = 150,9 kJ mol⁻¹.

E) Energía de ionización del potasio = 418,7 kJ mol⁻¹.

F) Entalpía de formación del yoduro de potasio = -330,5 kJ mol

4º - La capa de ozono absorbe la radiaciones ultravioleta, capaces de producir alteraciones en las células de la piel, cuya longitud de onda está comprendida entre 200 y 300 nm. Calcular la energía de un mol de fotones de luz ultravioleta de longitud de onda 250 nm.

5º - Un haz de electrones que llevan una velocidad de 8.10⁷ m/s choca contra una lámina de platino de 0,5 g de masa. Sabiendo que la temperatura de dicha placa se eleva desde 27°C hasta 132°C durante el primer minuto, Calcular : a) energía cinética de cada electrón. b) Variación de la entropía en la lámina de platino. c) Número de electrones que chocan cada segundo con dicha lámina

DATOS: Velocidad de la luz en el vacío: 3.10⁸ m/s

Cte de Rydberg para el Hidrógeno: Ry = 109740 cm⁻¹

Masa del electrón en reposo: 9,1.10⁻³¹ Kg

Calor latente de fusión del hielo: 80 cal/g

Calor específico del agua líquida: 1 cal/g.°C

Calor específico del platino = 0,0324 cal/g.°C

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

1 Å = 10⁻¹⁰ m

Pesos atómicos: Ar = 40,0 ; Co = 59,0 ; H = 1,0 ; Mg = 24,3 ; N = 14,0 ; Na = 23,0 ; O = 16,0

Constante de Planck: h = 6,62.10⁻³⁴ J.s

Carga del electrón: 1,6.10⁻¹⁹ Culombios

Masa del protón en reposo: 1,67.10⁻²⁷ Kg

Calor latente vaporización del agua: 540 cal/g

1 caloría = 4,18 Julios

densidad del hielo a -2°C = 0,915 g/ml

Densidad del agua a 250C = 1,000 g/ml

1 Atm = 101400 Pa

SOLUCIONES

1º - Determinar la entalpía de la reacción de obtención del gas de agua, así como si será o no espontánea a 25°C. La reacción es: $C_{\text{GRAFITO}} + H_2O_{\text{GAS}} \rightarrow CO_{\text{GAS}} + H_2_{\text{GAS}}$, ¿Cual será la temperatura mínima a partir de la cual será espontánea?

DATOS:

	C_{GRAFITO}	H_2O_{LIQUIDO}	H_2O_{GAS}	CO_{GAS}	H_2_{GAS}
$\Delta H^{\circ}_{\text{FORMACIÓN}} \text{ (KJ/mol)}$	0	- 285,80	- 241,80	- 110,50	0
$\Delta S^{\circ} \text{ (J/mol.}^{\circ}\text{K)}$	+ 5,70	+ 69,91	+ 188,80	+ 197,70	+ 130,70

RESOLUCIÓN

La espontaneidad de una reacción viene dada por el valor de la energía libre:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S \text{ siendo espontánea cuando } \Delta G < 0.$$

Tanto la entalpía como la entropía de esta reacción se determina a partir de los reacciones de formación que nos dan:

A) $H_2_{\text{GAS}} + \frac{1}{2} O_{2\text{GAS}} \rightarrow H_2O_{\text{LIQUIDO}}$; $\Delta H = - 285,80 \text{ KJ}$; $\Delta S = + 69,91 \text{ J/}^{\circ}\text{K}$

B) $H_2_{\text{GAS}} + \frac{1}{2} O_{2\text{GAS}} \rightarrow H_2O_{\text{GAS}}$; $\Delta H = - 241,80 \text{ KJ}$; $\Delta S = + 188,80 \text{ J/}^{\circ}\text{K}$

C) $C_{\text{GRAFITO}} + \frac{1}{2} O_{2\text{GAS}} \rightarrow CO_{\text{GAS}}$; $\Delta H = - 110,50 \text{ KJ}$; $\Delta S = + 197,70 \text{ J/}^{\circ}\text{K}$

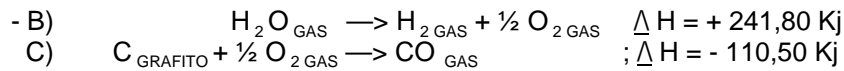
A la vista de ellas, para obtener la entalpía de la reacción dada, hemos de combinarlas:

-B) + C); la reacción b) no es necesario utilizarla

(Dado que lo que conocemos son entalpías y entropías de formación, también podíamos hacer:

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = \Delta H_{\text{FORMACIÓN PRODUCTOS}} - \Delta H_{\text{FORMACIÓN REACTIVOS}} \text{ y análogamente:}$$

$$\Delta S_{\text{REACCIÓN}} = \Delta S_{\text{FORMACIÓN PRODUCTOS}} - \Delta S_{\text{FORMACIÓN REACTIVOS}}$$



Para el cálculo de la entropía, utilizaremos la segunda forma:

$$\Delta S_{\text{REACCIÓN}} = \Delta S_{\text{CO}} + \Delta S_{\text{H}_2} - \Delta S_{\text{C-grafito}} - \Delta S_{\text{H}_2\text{O}_{\text{GAS}}} = 197,70 + 130,70 - 5,70 - 188,80$$

$$\Delta S_{\text{REACCIÓN}} = + 133,90 \text{ j}^\circ\text{K}$$

Y por tanto el valor de $\Delta G^\circ = 131300 - 298.133,90 = + 91397,8 \text{ j}$,

Al ser $\Delta G > 0$, el proceso no será espontáneo a esa temperatura.

Para determinar a partir de qué temperatura será espontáneo, vamos a determinar a qué temperatura se hace $\Delta G = 0$:

$$0 = 131300 - T.133,90 ; T = 980,6^\circ\text{K} = 707,6^\circ\text{C},$$

2º - Calcular el trabajo de expansión, así como la variación de energía interna que tiene lugar cuando se calienta 1 Kg de hielo desde -2°C hasta 25°C.

DATOS: densidad del hielo a -2°C = 0,915 g/ml ; Densidad del agua a 25°C = 1,000 g/ml ; Calor latente de fusión del hielo= 80 cal/g ; Calor específico del hielo= 0,50 cal/g.°C ; Calor específico del agua líquida: 1,0 cal/g°C

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el primer principio de la termodinámica: $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$, donde sabemos que

ΔQ es la cantidad de calor que se intercambia en el proceso. En este caso, es la suma de la cantidad de calor que hay que suministrarle al hielo para calentarlo desde -2°C hasta 0°C más la cantidad de calor que se necesita para fundirlo más la cantidad de calor que se necesita para calentar el agua, ya en estado líquido, desde 0°C hasta 25°C.

ΔW es el trabajo de expansión, el cual dado que el proceso tiene lugar a presión constante, es; $\Delta W = -P.\Delta V$.

Así, tendremos que:

$$\Delta Q_1 = m.c_e.\Delta T = 1000.0,50.(0-(-2)) = 1000 \text{ calorías} = + 4180 \text{ Julios}$$

$$\Delta Q_2 = m.c_L = 1000.80 = 80000 \text{ calorías} = + 334400 \text{ Julios}$$

$$\Delta Q_3 = m.c_e.\Delta T = 1000.1,00.(25-0) = 25000 \text{ calorías} = + 104500 \text{ Julios}$$

Por lo que $\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \Delta Q_3 = 4180 + 334400 + 104500 = 443080 \text{ julios}$

El trabajo de expansión es: $\Delta W = -P.\Delta V = -P.(V_2 - V_1)$, por lo que necesitamos calcular los volúmenes inicial y final de la muestra, los cuales obtenemos a partir de la definición de la densidad:

$$d = \frac{m}{V} \left\{ \begin{array}{l} V_{\text{HIELO}} = \frac{m}{d} = \frac{1000}{0,915} = 1093 \text{ ml} = 1,093.10^{-3} \text{ m}^3 \\ V_{\text{AGUA LIQ}} = \frac{m}{d} = \frac{1000}{1,00} = 1000 \text{ ml} = 1.10^{-3} \text{ m}^3 \end{array} \right. \text{ Y con estos datos podemos calcular ya el trabajo de}$$

expansión, el cual al producirse a la presión constante de 1 atm = 101400 Pascales, es:

$$\Delta W = -P.\Delta V = -101400(1.10^{-3} - 1,093.10^{-3}) = + 9,43 \text{ Julios}$$

Y así, la variación de energía interna del sistema es:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W = 443080 + 9,43 = 443089,43 \text{ Julios}$$

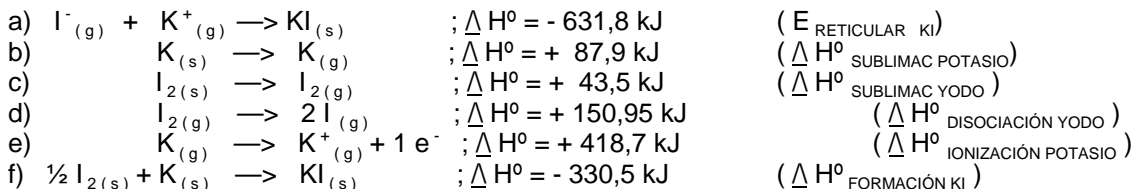
3º - Calcular la afinidad electrónica del yodo, sabiendo que:

- A) Energía reticular del yoduro de potasio = - 631,8 kJ mol⁻¹.
- B) Calor de sublimación del potasio = 87,9 kJ mol⁻¹.
- C) Calor de sublimación del yodo = 43,5 kJ mol⁻¹.
- D) Energía de disociación del I₂ = 150,9 kJ mol⁻¹.
- E) Energía de ionización del potasio = 418,7 kJ mol⁻¹.
- F) Calor de formación del yoduro de potasio = -330,5 kJ mol

RESOLUCIÓN

La reacción cuyos datos nos piden es la de ganancia de un electrón por parte de un átomo de yodo para convertir se en el ion yoduro: : I_(g) + 1 e⁻ → I⁻_(g)

Las reacciones para las cuales nos dan datos son:



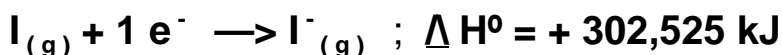
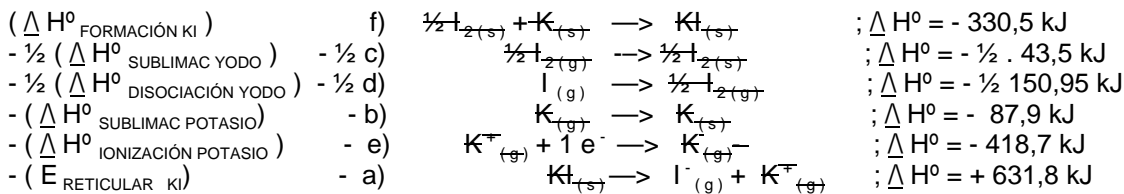
Se trata del Ciclo de Born Haber de formación de los compuestos iónicos, que es:

$$\Delta H^0_{\text{FORMACIÓN KI}} = \frac{1}{2} \Delta H^0_{\text{SUBLIMAC YODO}} + \frac{1}{2} \Delta H^0_{\text{DISOCIACIÓN YODO}} + \Delta H^0_{\text{AFINIDAD YODO}} + \Delta H^0_{\text{SUBLIMAC POTASIO}} + \Delta H^0_{\text{IONIZACIÓN POTASIO}} + E_{\text{RETICULAR KI}}$$

donde, al despejar:

$$+ \Delta H^0_{\text{AFINIDAD YODO}} = \Delta H^0_{\text{FORMACIÓN KI}} - \frac{1}{2} \Delta H^0_{\text{SUBLIMAC YODO}} - \frac{1}{2} \Delta H^0_{\text{DISOCIACIÓN YODO}} - \Delta H^0_{\text{SUBLIMAC POTASIO}} - \Delta H^0_{\text{IONIZACIÓN POTASIO}} - E_{\text{RETICULAR KI}}$$

Por lo que hemos de combinar las reacciones que nos dan de la siguiente forma



4º - La capa de ozono absorbe la radiaciones ultravioleta, capaces de producir alteraciones en las células de la piel, cuya longitud de onda está comprendida entre 200 y 300 nm. Calcular la energía de un mol de fotones de luz ultravioleta de longitud de onda 250 nm.

RESOLUCIÓN

La energía de cualquier radiación viene dada por la ecuación de Plank: E = h . ν, donde h es la constante de Plank (h = 6,626.10⁻³⁴ J.s) y ν es la frecuencia de la radiación, cuyo valor se calcula a partir de su relación con la velocidad (c = 3.10⁸ m/s) y la longitud de onda λ (250 nm = 2,5.10⁻⁷ m):

$$c = \nu \cdot \lambda . \implies \nu = \frac{c}{\lambda} , \text{ por lo que la energía de cada fotón es: } E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \text{ y, teniendo en cuenta que nos}$$

piden la energía de UN MOL de fotones, será: $E = n \cdot \left(h \cdot \frac{c}{\lambda} \right)$, donde "n" es el número de Avogadro, así:

$$E = n \times h \times \frac{c}{\lambda} = 6,02 \times 10^{23} \times 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times s \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2,5 \times 10^{-7} \text{ m}} = 479 \text{ kJ}$$

5º - Un haz de electrones que llevan una velocidad de $8 \cdot 10^7$ m/s choca contra una lámina de platino de 0,5 g de masa. Sabiendo que la temperatura de dicha placa se eleva desde 27°C hasta 132°C durante el primer minuto, Calcular : a) energía cinética de cada electrón. b) Variación de la entropía en la lámina de platino. C) Número de electrones que chocan cada segundo con dicha lámina.

RESOLUCIÓN

La energía que lleva cada electrón (energía cinética) es:

$$A) E_{CINETICA} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (8 \cdot 10^7)^2; E_{CINETICA} = 2,91 \cdot 10^{-15} \text{ julios}$$

B) Para calcular la variación de entropía de la lámina de platino se ha de tener en cuenta que se trata de un

proceso en el cual hay variación de temperatura, por lo que la fórmula a emplear es: $\Delta S = m \cdot c_e \cdot \ln \frac{T_2}{T_1}$, y

$$\text{así: } \Delta S = 0,5 \cdot 0,0324 \cdot \ln \frac{405}{300}; \Delta S = + 4,86 \cdot 10^{-3} \text{ cal/}^\circ\text{K}$$

C) Para calcular cuantos electrones chocan con la lámina, hemos de calcular la energía total que absorbe ésta, y que es:

$$\Delta Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T; \Delta Q = 0,5 \cdot 0,0324 \cdot (132 - 27) = 1,7 \text{ cal} = 7,11 \text{ julios}$$

Esta cantidad de calor es aportada por los electrones que chocan contra ella, y dado que cada electrón lleva una energía de $2,91 \cdot 10^{-15}$ julios, el número de ellos que chocarán contra esa lámina durante ese minuto que nos dicen es:

$$n^\circ \text{ electrones} = \frac{7,11}{2,91 \cdot 10^{-15}} = 2,44 \cdot 10^{15} \text{ electrones en un minuto}$$

$$\text{Así, en cada segundo serán: } \frac{2,44 \cdot 10^{15}}{60} = 4,07 \cdot 10^{13} \text{ electrones/segundo}$$