

2º D - BACHILLERATO - QUÍMICA - 22-febrero-2007 - Ex. Problemas

- 1º - Calcular la longitud de onda asociada a un protón acelerado con una energía de 1 M.e.v.
- 2ª - ¿Qué energía cinética tendrán 1 mol de electrones desprendidos de la superficie metálica del sodio al iluminar ésta con radiación suficiente de 4800 Å si sabemos que la frecuencia umbral del sodio es de $5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$? ¿Cual será la velocidad de estos electrones?
DATOS: ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$), $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Masa del electrón = $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$
- 3º - Calcular la temperatura final de la mezcla obtenida con 1 Kg de agua líquida a 100°C con 1 Kg de hielo a 0°C. ¿Cual es la variación de entropía que tiene lugar en este proceso? DATOS: Calor latente de vaporización del agua: 540 cal/g Calor latente de fusión del hielo: 80 cal/g; Calor específico del hielo: 0,50 cal/g.°K; Calor específico del agua líquida: 1,0 cal/g.°K; Calor específico del vapor de agua: 0,45 cal/g.°K
- 4º - Calcular la afinidad del yodo, sabiendo que:
A) Energía reticular del yoduro de potasio = $-631,8 \text{ kJ mol}^{-1}$.
B) Calor de sublimación del potasio = $87,9 \text{ kJ mol}^{-1}$.
C) Calor de sublimación del yodo = $43,5 \text{ kJ mol}^{-1}$.
D) Energía de disociación del $\text{I}_2 = 150,9 \text{ kJ mol}^{-1}$.
E) Energía de ionización del potasio = $418,7 \text{ kJ mol}^{-1}$.
F) Calor de formación del yoduro = $-330,5 \text{ kJ mol}$
- 5º - Teniendo en cuenta las entalpías estándar de formación: $\text{CaCO}_3(\text{s})$: $-1206,9 \text{ kJ/mol}$; $\text{CaO}(\text{s}) = -635,1 \text{ kJ/mol}$ y $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$, determine la entalpía correspondiente a la descomposición térmica del carbonato de calcio en óxido de calcio y dióxido de carbono. ¿Qué cantidad de calor se necesitará para descomponer 6 toneladas de piedra caliza del 85% de riqueza en carbonato de calcio?
DATOS: Pesos atómicos: C = 12,0; Ca = 40,0; O = 16,0

SOLUCIONES

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

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:

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

- 2º - ¿Qué energía cinética tendrán 1 mol de electrones desprendidos de la superficie metálica del sodio al iluminar ésta con radiación suficiente de 4800 Å si sabemos que la frecuencia umbral del sodio es de $5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$? ¿Cual será la velocidad de estos electrones?

DATOS: ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$), $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Masa del electrón = $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

RESOLUCIÓN

La energía que llevan los electrones al ser arrancados del sodio es la diferencia entre la energía proporcionada por el fotón incidente ($E = h \cdot \nu_{\text{INCIDENTE}}$) y la necesaria para arrancarlo, que es la frecuencia umbral. $E = h \cdot \nu_{\text{UMBRAL}}$, por tanto. Será:

$E_{\text{ELECTROB}} = h \cdot \nu_{\text{INCIDENTE}} - h \cdot \nu_{\text{UMBRAL}} = h \cdot (\nu_{\text{INCIDENTE}} - \nu_{\text{UMBRAL}})$ Y esta energía, puesto que se trata de una partícula en movimiento, es energía cinética.

A) Frecuencia del fotón incidente: $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4,8 \times 10^{-7} \text{ m}} = 6,25 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$

$$E_{\text{cin.e}^-} = h \times (\nu - \nu_0) = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s} \times (6,25 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} - 5 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 8,28 \times 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_{\text{cinética}} = n \times E_{\text{cin.e}^-} = 6,02 \times 10^{23} \times 8,28 \times 10^{-20} = 49860 \text{ J}$$

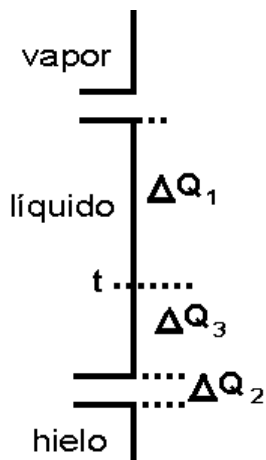
Teniendo en cuenta que la expresión de la energía cinética, la cual debe aplicarse a una partícula, por

tanto, a cada electrón, y es: $EC = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$; por lo que: $8,28 \cdot 10^{-20} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$; $v = 4,27 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

3º - Calcular la temperatura final de la mezcla obtenida con 1 Kg de agua líquida a 100°C con 1 Kg de hielo a 0°C. ¿Cual es la variación de entropía que tiene lugar en este proceso?

DATOS: Calor latente de vaporización del agua: 540 cal/g Calor latente de fusión del hielo: 80 cal/g; Calor específico del hielo: 0,50 cal/g.°K ; Calor específico del agua líquida: 1,0 cal/g.°K ; Calor específico del vapor de agua: 0,45 cal/g.°K

RESOLUCIÓN



Suponemos que esta mezcla queda como agua líquida, a una temperatura "t" comprendida entre 0°C y 100°C.

En este caso, el calor cedido por el agua líquida al enfriarse desde 100°C hasta la temperatura t (etapa Q₁) ha de ser igual al calor absorbido por el hielo al fundirse (Etapa Q₂) más el calor que necesita este hielo, una vez fundido, para pasar desde agua líquida a 0°C hasta la temperatura T (Etapa (Q₃)).

$$\Delta Q_{\text{AGUA LÍQUIDA}} = \Delta Q_{\text{HIELO}} \implies \Delta Q_1 = \Delta Q_2 + \Delta Q_3$$

$$1000 \cdot 1 \cdot (100 - t) = 1000 \cdot 80 + 1000 \cdot 1 \cdot (t - 0); \quad t = \frac{20000}{2000} = 10^\circ \text{C}$$

b) La variación de entropía total será la suma de la que tiene lugar en las tres etapas:

- **Etapa 1:** Tiene lugar con variación de temperatura: desde los 100°C iniciales hasta la temperatura final de 10°C:

$$\Delta S_1 = m \cdot c_{\text{especifico}} \cdot \ln \frac{T_{\text{final}}}{T_{\text{inicial}}} = 1000 \cdot 1 \cdot \ln \frac{283}{373} = -276,13 \frac{\text{CAL}}{^\circ\text{K}}$$

- **Etapa 2:** Es el cambio de estado (fusión del hielo) el cual transcurre a temperatura constante de 0°C = 273°K

$$\Delta S_1 = \frac{m \cdot c_{\text{latente}}}{T} = \frac{1000 \cdot (+80)}{273} = +293,04 \frac{\text{CAL}}{^\circ\text{K}}$$

- **Etapa 3:** Tiene lugar con variación de temperatura: desde los 0°C en que se encuentra el agua procedente del hielo recién fundido y los 10°C que es la temperatura final:

$$\Delta S_1 = m \cdot c_{\text{especifico}} \cdot \ln \frac{T_{\text{final}}}{T_{\text{inicial}}} = 1000 \cdot 1 \cdot \ln \frac{283}{273} = +35,98 \frac{\text{CAL}}{^\circ\text{K}}$$

Y por tanto, la entropía total de esta mezcla será la suma de las tres variaciones:

$$\Delta S_{\text{TOTAL}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = -276,13 + 293,04 + 35,98 = +52,89 \frac{\text{CALORIAS}}{^\circ\text{K}}$$

4º - Calcular la afinidad 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 = -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: $I_{(g)} + 1 e^- \rightarrow I^-_{(g)}$

Las reacciones para las cuales nos dan datos son:

- | | | | |
|----|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| a) | $I^-_{(g)} + K^+_{(g)} \rightarrow KI_{(s)}$ | ; $\Delta H^0 = - 631,8 \text{ kJ}$ | (E _{RETICULAR KI}) |
| b) | $K_{(s)} \rightarrow K_{(g)}$ | ; $\Delta H^0 = + 87,9 \text{ kJ}$ | (ΔH^0 SUBLIMAC POTASIO) |
| c) | $I_{2(s)} \rightarrow I_{2(g)}$ | ; $\Delta H^0 = + 43,5 \text{ kJ}$ | (ΔH^0 SUBLIMAC YODO) |
| d) | $I_{2(g)} \rightarrow 2 I_{(g)}$ | ; $\Delta H^0 = + 150,95 \text{ kJ}$ | (ΔH^0 DISOCIACIÓN YODO) |
| e) | $K_{(g)} \rightarrow K^+_{(g)} + 1 e^-$ | ; $\Delta H^0 = + 418,7 \text{ kJ}$ | (ΔH^0 IONIZACIÓN POTASIO) |
| f) | $\frac{1}{2} I_{2(s)} + K_{(s)} \rightarrow KI_{(s)}$ | ; $\Delta H^0 = - 330,5 \text{ kJ}$ | (ΔH^0 FORMACIÓN KI) |

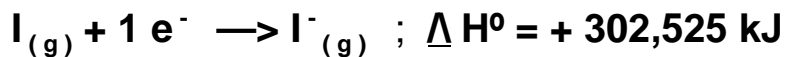
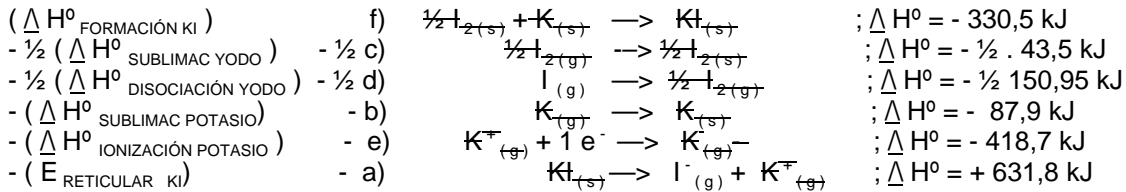
Se trata del Ciclo de Born Haber de formación de los compuestos iónicos, que es:

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

donde, al despejar:

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

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



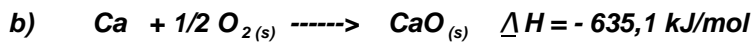
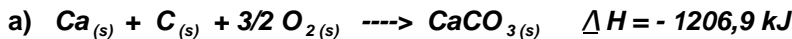
5º - Teniendo en cuenta las entalpías estándar de formación: $\text{CaCO}_{3(s)}$: - 1206,9 kJ/mol ; $\text{CaO}_{(s)}$ = - 635,1 kJ/mol y $\text{CO}_{2(g)}$ = - 393,5 kJ/mol, determine la entalpía correspondiente a la descomposición térmica del carbonato de calcio en óxido de calcio y dióxido de carbono. ¿Qué cantidad de calor se necesitará para descomponer 6 toneladas de piedra caliza del 85% de riqueza en carbonato de calcio?

RESOLUCIÓN

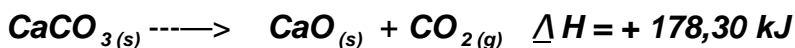
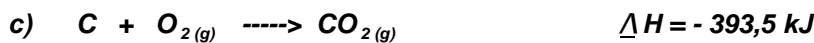
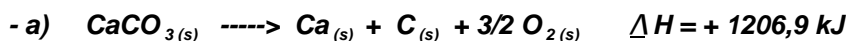
La reacción de descomposición del carbonato de calcio es:



y las reacciones de formación de los tres compuestos que nos dan son:

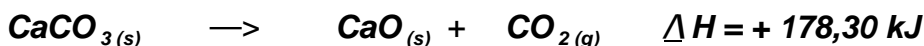


La reacción que se debe obtener se consigue asociando estas tres de la forma siguiente:



La cantidad de caliza de que se dispone: 6 Tm contienen solamente el 85% de carbonato de calcio, y que es un total de: **6000000 · 0,85 = 5.100.000 g de carbonato de calcio puro**

por lo que, de acuerdo con la reacción de descomposición tenemos:



de donde: $\text{X} = \frac{5100000 \cdot 178,30}{100} = 9,09 \cdot 10^6 \text{ kJ}$