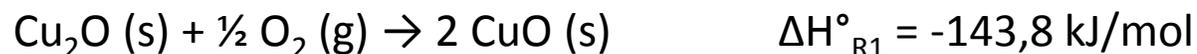


# G4B. TERMOQUÍMICA

## Ejercicio N°33 Resuelto

Dadas las siguientes reacciones a 25°C y 1 atm y sus respectivos valores de  $\Delta H^\circ$  (25°C):



**a)** Calcular el  $\Delta H^\circ_f$  (25°C) y  $\Delta U^\circ_f$  (25°C) para la formación del óxido cúprico (s).

**b)** Teniendo en cuenta que  $S^\circ$  (25°C)  $\text{O}_2$  (g) = 205,0 J/mol·K,  $S^\circ$  (25°C)  $\text{CuO}$  (s) = 43,5 J/mol·K y  $S^\circ$  (25°C)  $\text{Cu}$  (s) = 33,4 J/mol·K, indicar si la oxidación del cobre se produce espontáneamente a 25°C.

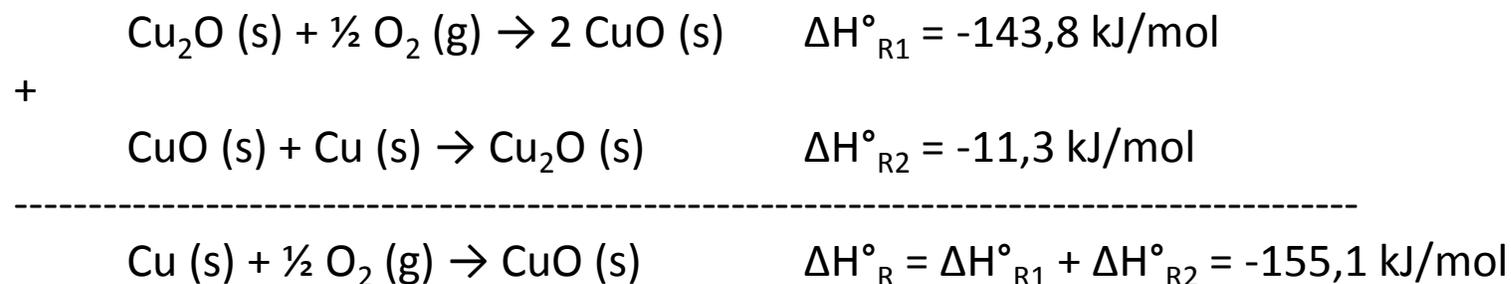
**Rta: a)**  $\Delta H^\circ_f$ : -155,1 kJ/mol;  $\Delta U^\circ_f$ : -153,9 kJ/mol; **b)** sí, es espontánea.

a) Cálculo de  $\Delta H_f^\circ$  (25°C) y  $\Delta U_f^\circ$  (25°C) para la formación de CuO (s)

**DATOS:** T y P de trabajo / Ecuaciones químicas /  $\Delta H_R^\circ$  (25°C)

**INCOGNITAS:**  $\Delta H_f^\circ$  (25°C) y  $\Delta U_f^\circ$  (25°C)

Podemos considerar la formación de CuO (s) como la suma de dos etapas de reacción (ecuaciones dato).  
Luego, mediante aplicación de la LEY DE HESS obtenemos el  $\Delta H_f^\circ$  (25°C) para el CuO:



Los valores de las funciones termodinámicas de reacción son por mol de reacción

$$\Delta H_f^\circ (25^\circ\text{C}) = -155,1 \text{ kJ/mol}$$

Tener en cuenta que el estado estándar de una sustancia es su forma pura a presión atmosférica (1 atm) y a la temperatura de interés, que en general se elige como 25°C. El cambio de entalpía estándar de una reacción es el cambio de entalpía cuando todos los reactivos y productos se encuentran en sus estados estándar. La entalpía estándar de formación de un compuesto ( $\Delta H_f^\circ$ ) es el cambio de entalpía de una reacción que forma un mol del compuesto a partir de sus elementos, con todas las sustancias en sus estados estándar.

Por su parte,

$$\Delta H = \Delta U + \Delta (P V) \longrightarrow \Delta U = \Delta H - \Delta(n R T) \longrightarrow \Delta U = \Delta H - R T \Delta n$$

$$\Delta U^{\circ}_f = -155,1 \text{ kJ/mol} - (0,0083145 \text{ kJ/mol K} \times 298 \text{ K} \times (-1/2))$$

$$\Delta U^{\circ}_f (25^{\circ}\text{C}) = -153,9 \text{ kJ/mol}$$

b) Determinación de espontaneidad

**DATOS:**  $S^\circ \text{O}_2 (\text{g}) / S^\circ \text{CuO} (\text{s}) / S^\circ \text{Cu} (\text{s})$

**INCÓGNITAS:** ¿Oxidación del cobre es espontánea a 25°C?

Oxidación del Cu:



Si reacción espontánea  $\longrightarrow \Delta G < 0$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad \longrightarrow \quad \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ_f (25^\circ\text{C}) = -155,1 \text{ kJ/mol} - 298 \text{ K} \times (S^\circ_{\text{CuO}} - (S^\circ_{\text{Cu}} + S^\circ_{\text{O}_2} \times 1/2)) = -155,1 \text{ kJ/mol} - 298 \text{ K} \times (-0,0924) \text{ kJ/mol K}$$

$$\Delta G^\circ_f (25^\circ\text{C}) = -127,6 \text{ kJ/mol} \quad \longrightarrow \quad \text{Reacción espontánea a } 25^\circ\text{C}$$