



Física

2. Determinar la variación de entropía cuando 3,0 moles de agua se calientan desde $-15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $130,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a presión atmosférica constante. Comentar el resultado:

Datos:

$$\Delta H_{\text{fusión}} \text{ del hielo a } 0\text{ }^{\circ}\text{C} = 6026\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{vaporización}} \text{ del agua a } 100\text{ }^{\circ}\text{C} = 40671\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$\text{Capacidad calorífica media del hielo} = 35,56\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot^{\circ}\text{K}^{-1}$$

$$\text{Capacidad calorífica del vapor de agua a presión constante: } (30,20+0,010\text{ T})\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot^{\circ}\text{K}^{-1}$$

>Comentario: El símbolo de kelvin es K , no $^{\circ}K$

Como se pide variación de una función de estado, buscamos un camino para llegar de un estado a otro que permita cálculos sencillos con los datos aportados

(1) Calentamiento hielo de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int_{273-15}^{273+0} \frac{n c_p dT}{T} = 3 \cdot 35,56 \cdot \ln\left(\frac{273}{258}\right) = 6,03\text{ J/K}$$

(2) Cambio de estado, fusión a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{n \Delta H_f}{T} = \frac{3 \cdot 6026}{273} = 66,22\text{ J/K}$$

(3) Calentamiento agua de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

El calor específico del agua es 1 cal/g K , no se da como dato. La masa molar del agua es $18\text{ g/mol H}_2\text{O}$, no se dan masas atómicas de H y de O como dato.

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int_{273+0}^{273+100} \frac{m c_e dT}{T} = 3 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 4,18 \cdot \ln\left(\frac{373}{273}\right) = 70,45\text{ J/K}$$

(4) Cambio de estado, vaporización agua a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{n \Delta H_v}{T} = \frac{3 \cdot 40671}{373} = 327,11\text{ J/K}$$

(5) Calentamiento gas de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Delta S = \int \frac{\delta Q}{T} = \int_{273+100}^{273+130} \frac{n c_p dT}{T} = 3 \int_{273+100}^{273+130} \left(\frac{30,20}{T} + 0,010\right) dt$$

$$\Delta S = 3 \cdot \left(30,20 \cdot \ln\left(\frac{403}{373}\right) + 0,01 \cdot (403 - 373)\right) = 7,91\text{ J/K}$$

$$\text{Total } \Delta S = 6,02 + 66,22 + 70,45 + 327,11 + 7,91 = 478\text{ J/K}$$

>Expresamos resultado final con 3 cifras significativas (datos de enunciado con 2, 3, y 4 cifras)

Como se pide comentar, se comparan los valores asociados a los 5 términos sumados:

- El más importante cuantitativamente es la que corresponde al paso de líquido a vapor
- La siguiente más importante es asociado a l aumento de temperatura del agua líquida, es un cambio de un rango alto de temperaturas (de 0 a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) y el calor específico del agua es alto, por lo que implica mucha energía
- Los dos más pequeños están asociados a sólido y gas, variación pequeña de temperatura que casi no contribuye.