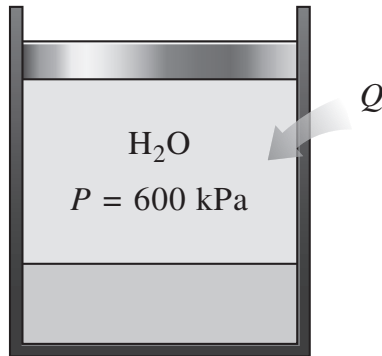


Problema 1

Un dispositivo cilindro-pistón contiene 0.005 m^3 de agua líquida y 0.9 m^3 de vapor de agua, en equilibrio a 600 kPa . Se transmite calor a presión constante, hasta que la temperatura llega a 200°C .

- a) ¿Cuál es la temperatura inicial del agua?
- b) Calcule la masa total del agua.
- c) Calcule el volumen final del sistema.
- d) Indique el proceso en un diagrama $P - v$ con respecto a las líneas de saturación.



Solución:

a) Inicialmente tenemos una mezcla de líquido-vapor en equilibrio, por lo que la temperatura debe ser la temperatura de saturación a 600 kPa. De la tabla A-5 leemos

$$T = T_{\text{sat}@600 \text{ kPa}} = 158.83^\circ\text{C}. \quad (1.5 \text{ ptos.})$$

b) La masa total es igual a la masa del agua líquida más la masa del vapor. De la tabla A-5 extraemos los volúmenes específicos de la mezcla saturada a 600 kPa:

$$\nu_f = 0.001101 \text{ m}^3/\text{kg}, \quad \nu_g = 0.31560 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

La masa de cada estado es

$$m_f = \frac{V_f}{\nu_f} = \frac{0.005 \text{ m}^3}{0.001101 \text{ m}^3/\text{kg}} = 4.541 \text{ kg},$$
$$m_g = \frac{V_g}{\nu_g} = \frac{0.9 \text{ m}^3}{0.31560 \text{ m}^3/\text{kg}} = 2.852 \text{ kg},$$

por lo que la masa total es

$$m = m_f + m_g = 7.393 \text{ kg}. \quad (1.5 \text{ ptos.})$$

c) Dado que el calor se agrega a una presión constante de 600 kPa, la mezcla saturada puede existir a una única temperatura, i.e. $T = T_{\text{sat}@600 \text{ kPa}} = 158.83^\circ\text{C}$. Para que la temperatura aumente a 200°C , necesariamente tiene que evaporarse toda el agua líquida. Por lo tanto, el estado final corresponde al de vapor sobrecalentado a 600 kPa. De la tabla A-6 vemos que el volumen específico del vapor es

$$\left. \begin{array}{l} P = 600 \text{ kPa} \\ T = 200^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Rightarrow \nu = 0.35212 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Luego, el volumen del gas es

$$V = m\nu = 2.603 \text{ m}^3. \quad (1.5 \text{ ptos.})$$

d) Todo el proceso ocurre a presión constante, por lo que en el diagrama $P-v$ se ve como una línea horizontal. El estado inicial se encuentra por debajo de la curva de saturación. Al agregar calor el sistema se expande a temperatura constante hacia la región de vapor sobrecalentado. La calidad aumenta hasta llegar a $x = 1$ al momento en que se cruza la línea de saturación. Una vez en esta región, el gas continúa expandiéndose, incrementando su temperatura hasta llegar al estado final.

