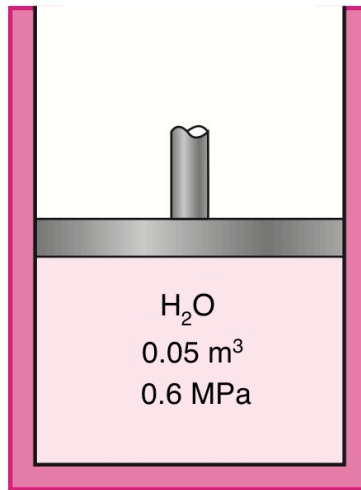


## Problema 1

Un dispositivo cilindro-pistón aislado contiene  $0.05 \text{ m}^3$  de vapor de agua saturado a  $0.6 \text{ MPa}$ . Se permite que el sistema se expanda de forma reversible hasta que la presión cae a  $200 \text{ kPa}$ .

- a) Determine la temperatura final del agua.
- b) Calcule el volumen final del agua.
- c) Calcule el trabajo realizado por el sistema.



### Solución:

a) Inicialmente tenemos vapor saturado a 600 kPa. De la tabla A-5 leemos

$$\left. \begin{array}{l} \text{vapor saturado a} \\ P = 600 \text{ kPa} \end{array} \right\} \Rightarrow s_1 = s_g @ 0.6 \text{ MPa} = 6.7593 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}.$$

Dado que el proceso es adiabático y reversible, éste es isoentrópico. Por lo tanto,

$$s_2 = s_1 = 6.7593 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}. \quad (0.5 \text{ pts.})$$

Mirando la tabla de saturación notamos que

$$s_f @ 200 \text{ kPa} < s_2 < s_g @ 200 \text{ kPa}, \quad (0.5 \text{ pts.})$$

por lo que el estado final es una mezcla saturada de agua a 200 kPa. La temperatura final es entonces

$$T_2 = T_{\text{sat}} @ 200 \text{ kPa} = 120.21^\circ\text{C}. \quad (0.5 \text{ pts.})$$

b) El volumen final del sistema está dado por

$$V_2 = m\nu_2.$$

Para obtener la masa total consideramos el estado inicial. De la tabla A-5 vemos que

$$\left. \begin{array}{l} \text{vapor saturado a} \\ P = 600 \text{ kPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \nu_1 = \nu_g @ 0.6 \text{ MPa} = 0.31560 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Luego,

$$m = \frac{V_1}{\nu_1} = 0.158428 \text{ kg}. \quad (0.5 \text{ pts.})$$

Ahora, el volumen específico final es

$$\nu_2 = (1 - x)\nu_{2f} + x\nu_{2g}.$$

La calidad se puede calcular a partir de la entropía específica. La tabla de saturación nos dice que

$$\left. \begin{array}{l} \text{mezcla saturada a} \\ P = 200 \text{ kPa} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{lll} \nu_{2g} & = & \nu_g @ 200 \text{ kPa} = 0.88578 \text{ m}^3/\text{kg}, \\ \nu_{2f} & = & \nu_f @ 200 \text{ kPa} = 0.001061 \text{ m}^3/\text{kg}, \\ s_{2g} & = & s_g @ 200 \text{ kPa} = 7.1270 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}, \\ s_{2f} & = & s_f @ 200 \text{ kPa} = 1.5302 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}. \end{array}$$

Así,

$$s_2 = (1 - x)s_{2f} + xs_{2g} \quad \Rightarrow \quad x = \frac{s_2 - s_{2f}}{s_{2g} - s_{2f}} = 0.93430, \quad (1.0 \text{ pts.})$$

con lo que,

$$\nu_2 = 0.82765 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Finalmente,

$$V_2 = 0.131124 \text{ m}^3. \quad (1.0 \text{ pts.})$$

c) Como el proceso es adiabático, el trabajo realizado por el sistema es igual a menos la variación de la energía interna, es decir,

$$Q = 0 \quad \Rightarrow \quad W = -\Delta U = U_1 - U_2. \quad (1.0 \text{ pts.})$$

Ahora, de la tabla A-5 obtenemos que

$$\left. \begin{array}{l} \text{vapor saturado a} \\ P = 600 \text{ kPa} \end{array} \right\} \quad \Rightarrow \quad u_1 = u_{g@0.6 \text{ MPa}} = 2566.8 \text{ kJ/kg},$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{mezcla saturada a} \\ P = 200 \text{ kPa} \end{array} \right\} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} u_{2g} = u_{g@200 \text{ kPa}} = 2529.1 \text{ kJ/kg}, \\ u_{2f} = u_{f@200 \text{ kPa}} = 504.50 \text{ kJ/kg}. \end{array}$$

La energía interna específica en el estado final está dada por

$$u_2 = (1 - x)u_{2f} + xu_{2g} = 2396.0 \text{ kJ/kg}.$$

Recordando que  $U = mu$ , el trabajo resulta ser

$$W = m(u_1 - u_2) = 27.045 \text{ J}. \quad (1.0 \text{ pts.})$$