



کُد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی برق گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

بارم نمره هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

- ۱

Analysis (a) The pressure in the duct is above atmospheric pressure since the fluid column on the duct side is at a lower level.

(b) The absolute pressure in the duct is determined from

$$\begin{aligned}
 P &= P_{\text{atm}} + \rho gh \\
 &= (100 \text{ kPa}) + (13,600 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)(0.045 \text{ m}) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kPa}}{1000 \text{ N/m}^2} \right) \\
 &= 106 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



کد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

مرکز آزمون و سنجش

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی برق گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

-۲

$$T = T_{\text{sat}@600 \text{ kPa}} = 158.8^\circ\text{C}$$

(b) The total mass in this case can easily be determined by adding the mass of each phase,

$$m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{0.005 \text{ m}^3}{0.001101 \text{ m}^3/\text{kg}} = 4.543 \text{ kg}$$

$$m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{0.9 \text{ m}^3}{0.3156 \text{ m}^3/\text{kg}} = 2.852 \text{ kg}$$

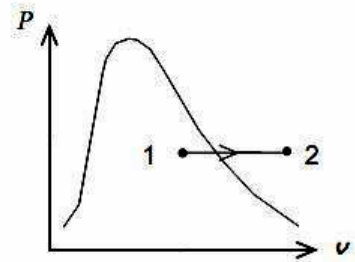
$$m_t = m_f + m_g = 4.543 + 2.852 = 7.395 \text{ kg}$$

(c) At the final state water is superheated vapor, and its specific volume is

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 600 \text{ kPa} \\ T_2 = 200^\circ\text{C} \end{array} \right\} v_2 = 0.3521 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (\text{Table A-6})$$

Then,

$$V_2 = m_t v_2 = (7.395 \text{ kg})(0.3521 \text{ m}^3/\text{kg}) = 2.604 \text{ m}^3$$





Analysis (a) Initially the system is a saturated mixture at 125 kPa pressure, and thus the initial temperature is

$$T_1 = T_{\text{sat}@125 \text{ kPa}} = 106.0^\circ\text{C}$$

The total initial volume is

$$V_1 = m_f v_f + m_g v_g = 2 \times 0.001048 + 3 \times 1.3750 = 4.127 \text{ m}^3$$

Then the total and specific volumes at the final state are

$$V_3 = 1.2V_1 = 1.2 \times 4.127 = 4.953 \text{ m}^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{4.953 \text{ m}^3}{5 \text{ kg}} = 0.9905 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Thus,

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 300 \text{ kPa} \\ v_3 = 0.9905 \text{ m}^3/\text{kg} \end{array} \right\} T_3 = 373.6^\circ\text{C}$$

(b) When the piston first starts moving, $P_2 = 300 \text{ kPa}$ and $V_2 = V_1 = 4.127 \text{ m}^3$.

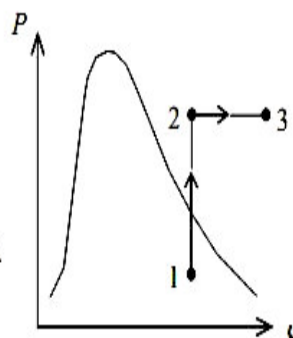
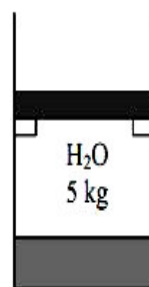
The specific volume at this state is

$$v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{4.127 \text{ m}^3}{5 \text{ kg}} = 0.8254 \text{ m}^3/\text{kg}$$

which is greater than $v_g = 0.60582 \text{ m}^3/\text{kg}$ at 300 kPa. Thus **no liquid** is left in the cylinder when the piston starts moving.

(c) No work is done during process 1-2 since $V_1 = V_2$. The pressure remains constant during process 2-3 and the work done during this process is

$$W_b = \int_2^3 P dV = P_2 (V_3 - V_2) = (300 \text{ kPa}) (4.953 - 4.127) \text{ m}^3 \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) = 247.6 \text{ kJ}$$





کد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی برق گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

- ۴

$$\underbrace{E_{in} - E_{out}}_{\text{Net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta E_{system}}_{\text{Change in internal, kinetic, potential, etc. energies}}$$

$$Q_{in} - W_{b,out} = \Delta U = m(u_2 - u_1) = 0$$

$$Q_{in} = W_{b,out}$$

since $u = u(T)$ for ideal gases, and thus $u_2 = u_1$ when $T_1 = T_2$. The initial volume of air is

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = \frac{P_1 T_2}{P_2 T_1} V_1 = \frac{400 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} \times 1 \times (0.4 \text{ m}^3) = 0.80 \text{ m}^3$$

The pressure at the piston face always remains constant at 200 kPa. Thus the boundary work done during this process is

$$W_{b,out} = \int_1^2 P dV = P_2 (V_2 - V_1) = (200 \text{ kPa})(0.8 - 0.4) \text{ m}^3 \left(\frac{1 \text{ kJ}}{1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3} \right) = 80 \text{ kJ}$$

Therefore, the heat transfer is determined from the energy balance to be

$$W_{b,out} = Q_{in} = 80 \text{ kJ}$$



کد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: ترمودینامیک، ترمودینامیک ۱

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی برق گرایش قدرت ۱۳۱۵۲۹۴

- ۵

Properties Noting that $T < T_{\text{sat}} @ 250 \text{ kPa} = 127.41^\circ\text{C}$, the water in all three streams exists as a compressed liquid, which can be approximated as a saturated liquid at the given temperature. Thus,

$$h_1 \cong h_{f@80^\circ\text{C}} = 335.02 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 \cong h_{f@20^\circ\text{C}} = 83.915 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 \cong h_{f@42^\circ\text{C}} = 175.90 \text{ kJ/kg}$$

Analysis We take the mixing chamber as the system, which is a control volume. The mass and energy balances for this steady-flow system can be expressed in the rate form as

Mass balance:

$$\dot{m}_{\text{in}} - \dot{m}_{\text{out}} = \Delta \dot{m}_{\text{system}} \stackrel{\text{steady}}{\approx} 0 \longrightarrow \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

Energy balance:

$$\underbrace{\dot{E}_{\text{in}} - \dot{E}_{\text{out}}}_{\text{Rate of net energy transfer by heat, work, and mass}} = \underbrace{\Delta \dot{E}_{\text{system}}}_{\text{Rate of change in internal, kinetic, potential, etc. energies}} \stackrel{\text{steady}}{\approx} 0$$

$$\dot{E}_{\text{in}} = \dot{E}_{\text{out}}$$

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = \dot{m}_3 h_3 \quad (\text{since } \dot{Q} = \dot{W} = \Delta \text{ke} \cong \Delta \text{pe} \cong 0)$$

Combining the two relations and solving for \dot{m}_2 gives

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 = (\dot{m}_1 + \dot{m}_2) h_3$$

$$\dot{m}_2 = \frac{h_1 - h_3}{h_3 - h_2} \dot{m}_1$$

Substituting, the mass flow rate of cold water stream is determined to be

$$\dot{m}_2 = \frac{(335.02 - 175.90) \text{ kJ/kg}}{(175.90 - 83.915) \text{ kJ/kg}} (0.5 \text{ kg/s}) = 0.865 \text{ kg/s}$$

