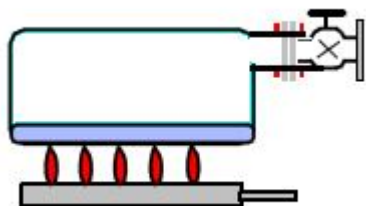
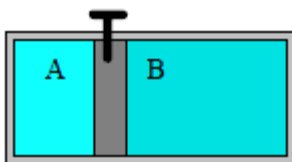


۱- دو کیلوگرم آب با دمای 120°C و کیفیت ۲۵٪ در فرایندی با حجم ثابت 20°C افزایش می دهد. انتقال گرما و کار را در این فرایند بیابید.



۲- سیلندر بسته ای توسط پیستون بی اصطکاکی که توسط پینی قفل شده است به دو محفظه تقسیم شده است. محفظه A حاوی ۱۰ L هوا در 100 KPa و 30°C ، محفظه B حاوی ۳۰۰ L بخار آب اشباع 30°C است. با حذف پین پیستون آزاد می شود و هر دو محفظه به دمای 30°C می رسند. آب بر اثر تراکم به صورت دوفازی درمی آید. با در نظر گرفتن هوا و آب به عنوان جرم کنترل، کار انجام شده توسط سیستم و گرمای داده شده به سیلندر را بیابید.

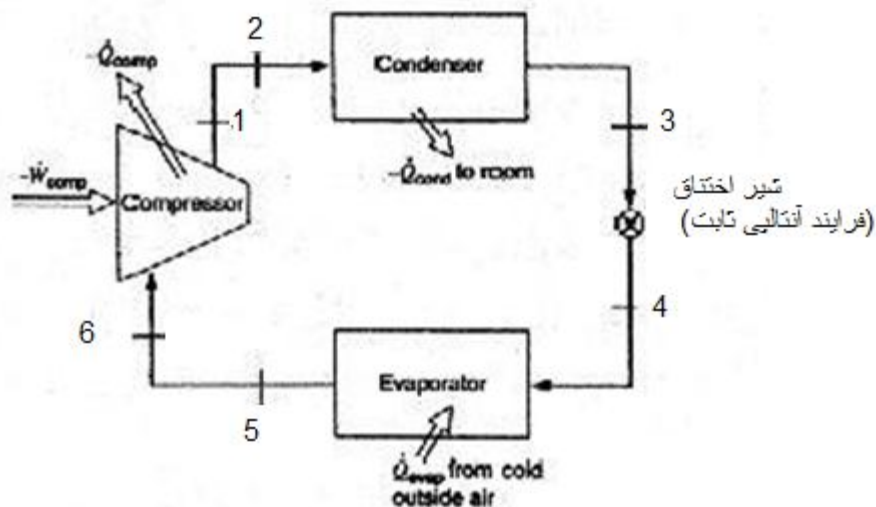


۳- بخار در 3 MPa و 400°C با دبی حجمی $5\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ وارد یک توربین می شود. ۱۵٪ از جریان جرمی ورودی در 600 KPa و 200°C برداشت می شود. بقیه جریان در 20 KPa و کیفیت ۹۰٪ و سرعت $20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ از توربین خارج می شود. دبی جریان برداشت شده و قطر لوله خروجی نهایی از توربین را محاسبه کنید.

۴- در شکل سیکل پمپ گرمایی با مبرد R-12 نشان داده شده است. R-12 با آهنگ $0.05 \frac{kg}{s}$ وارد کمپرسور به قدرت ۴KW می‌شود. داده های زیر را داریم:

حالت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
P, KPa	۱۲۵۰	۱۲۳۰	۱۲۰۰	۳۲۰	۳۰۰	۲۹۰
T, °C	۱۲۰	۱۱۰	۴۵		۰	۵

دفع گرما از کمپرسور ، و دفع گرما از R-12 در کندانسور و گرمای داده شده به R-12 در اواپراتور را بیابید



5.45

Two kg water at 120°C with a quality of 25% has its temperature raised 20°C in a constant volume process as in Fig. P5.45. What are the heat transfer and work in the process?

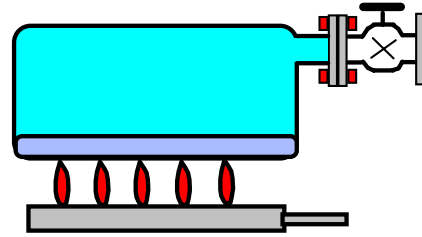
Solution:

C.V. Water. This is a control mass

$$\text{Energy Eq.: } m(u_2 - u_1) = {}_1Q_2 - {}_1W_2$$

$$\text{Process : } V = \text{constant}$$

$$\rightarrow {}_1W_2 = \int P dV = 0$$



State 1: T, x_1 from Table B.1.1

$$v_1 = v_f + x_1 v_{fg} = 0.00106 + 0.25 \times 0.8908 = 0.22376 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$u_1 = u_f + x_1 u_{fg} = 503.48 + 0.25 \times 2025.76 = 1009.92 \text{ kJ/kg}$$

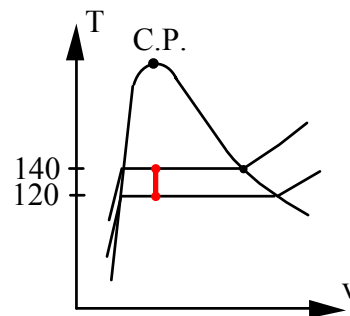
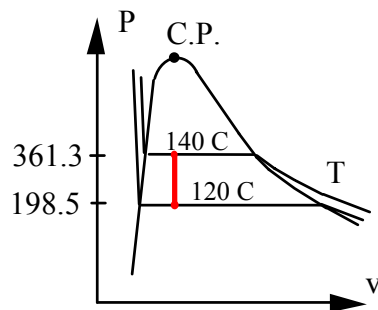
State 2: $T_2, v_2 = v_1 < v_{g2} = 0.50885 \text{ m}^3/\text{kg}$ so two-phase

$$x_2 = \frac{v_2 - v_{f2}}{v_{fg2}} = \frac{0.22376 - 0.00108}{0.50777} = 0.43855$$

$$u_2 = u_{f2} + x_2 u_{fg2} = 588.72 + x_2 \times 1961.3 = 1448.84 \text{ kJ/kg}$$

From the energy equation

$${}_1Q_2 = m(u_2 - u_1) = 2 (1448.84 - 1009.92) = \mathbf{877.8 \text{ kJ}}$$



5.138

A closed cylinder is divided into two rooms by a frictionless piston held in place by a pin, as shown in Fig. P5.138. Room A has 10 L air at 100 kPa, 30°C, and room B has 300 L saturated water vapor at 30°C. The pin is pulled, releasing the piston, and both rooms come to equilibrium at 30°C and as the water is compressed it becomes two-phase. Considering a control mass of the air and water, determine the work done by the system and the heat transfer to the cylinder.

Solution:

C.V. A + B, control mass of constant total volume.

$$\text{Energy equation: } m_A(u_2 - u_1)_A + m_B(u_{B2} - u_{B1}) = {}_1Q_2 - {}_1W_2$$

$$\text{Process equation: } V = C \Rightarrow {}_1W_2 = 0$$

$$T = C \Rightarrow (u_2 - u_1)_A = 0 \text{ (ideal gas)}$$

The pressure on both sides of the piston must be the same at state 2.

$$\text{Since two-phase: } P_2 = P_{g \text{ H}_2\text{O at } 30^\circ\text{C}} = P_{A2} = P_{B2} = 4.246 \text{ kPa}$$

$$\text{Air, I.G.: } P_{A1}V_{A1} = m_A R_A T = P_{A2}V_{A2} = P_{g \text{ H}_2\text{O at } 30^\circ\text{C}} V_{A2}$$

$$\rightarrow V_{A2} = \frac{100 \times 0.01}{4.246} \text{ m}^3 = 0.2355 \text{ m}^3$$

Now the water volume is the rest of the total volume

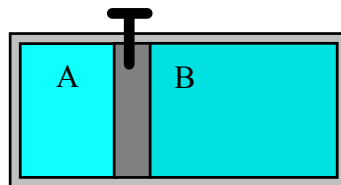
$$V_{B2} = V_{A1} + V_{B1} - V_{A2} = 0.30 + 0.01 - 0.2355 = 0.0745 \text{ m}^3$$

$$m_B = \frac{V_{B1}}{v_{B1}} = \frac{0.3}{32.89} = 9.121 \times 10^{-3} \text{ kg} \Rightarrow v_{B2} = 8.166 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$8.166 = 0.001004 + x_{B2} \times (32.89 - 0.001) \Rightarrow x_{B2} = 0.2483$$

$$u_{B2} = 125.78 + 0.2483 \times 2290.8 = 694.5 \text{ kJ/kg}, u_{B1} = 2416.6 \text{ kJ/kg}$$

$${}_1Q_2 = m_B(u_{B2} - u_{B1}) = 9.121 \times 10^{-3}(694.5 - 2416.6) = \mathbf{-15.7 \text{ kJ}}$$



6.28

Steam at 3 MPa, 400°C enters a turbine with a volume flow rate of 5 m³/s. An extraction of 15% of the inlet mass flow rate exits at 600 kPa, 200°C. The rest exits the turbine at 20 kPa with a quality of 90%, and a velocity of 20 m/s. Determine the volume flow rate of the extraction flow and the diameter of the final exit pipe.

Solution:

$$\text{Inlet flow : } \dot{m}_i = \dot{V}/v = 5/0.09936 = 50.32 \text{ kg/s} \quad (\text{Table B.1.3})$$

$$\text{Extraction flow : } \dot{m}_e = 0.15 \dot{m}_i = 7.55 \text{ kg/s}; \quad v = 0.35202 \text{ m}^3/\text{kg}$$

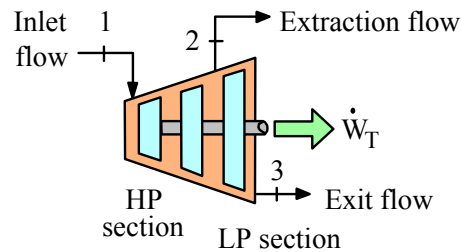
$$\dot{V}_{\text{ex}} = \dot{m}_e v = 7.55 \times 0.35202 = \mathbf{2.658 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{Exit flow : } \dot{m} = 0.85 \dot{m}_i = 42.77 \text{ kg/s}$$

$$\text{Table B.1.2} \quad v = 0.001017 + 0.9 \times 7.64835 = 6.8845 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\dot{m} = A V/v \Rightarrow A = (\pi/4) D^2 = \dot{m} v/V = 42.77 \times 6.8845/20 = 14.723 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \mathbf{D = 4.33 \text{ m}}$$



6.106

A R-12 heat pump cycle shown in Fig. P6.71 has a R-12 flow rate of 0.05 kg/s with 4 kW into the compressor. The following data are given

State	1	2	3	4	5	6
P kPa	1250	1230	1200	320	300	290
T °C	120	110	45		0	5
h kJ/kg	260	253	79.7	-	188	191

Calculate the heat transfer from the compressor, the heat transfer from the R-12 in the condenser and the heat transfer to the R-12 in the evaporator.

Solution:

CV: Compressor

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{\text{COMP}} &= \dot{m}(h_1 - h_e) + \dot{W}_{\text{COMP}} \\ &= 0.05 (260 - 191) - 4.0 = \mathbf{-0.55 \text{ kW}}\end{aligned}$$

CV: Condenser

$$\dot{Q}_{\text{COND}} = \dot{m} (h_3 - h_2) = 0.05 (79.7 - 253) = \mathbf{-8.665 \text{ kW}}$$

CV: Evaporator $h_4 = h_3 = 79.7 \text{ kJ/kg}$ (from valve)

$$\dot{Q}_{\text{EVAP}} = \dot{m} (h_5 - h_4) = 0.05 (188 - 79.7) = \mathbf{5.42 \text{ kW}}$$