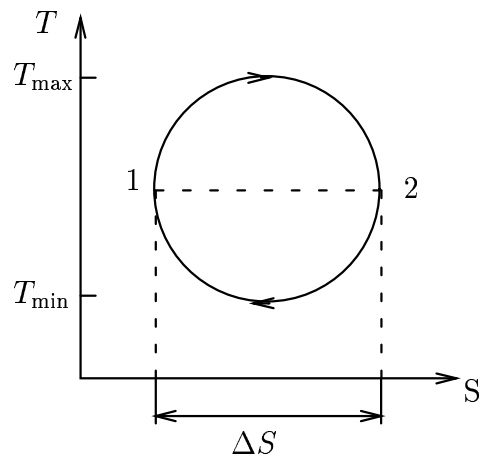


Gegeben ist ein Kreisprozeß laut Abbildung. Die maximale Temperatur beträgt $T_{\max} = 600 \text{ K}$, die minimale Temperatur $T_{\min} = 300 \text{ K}$. Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad η_{th} .



Lösung:

Fläche einer Ellipse mit den Hauptachsenlängen a, b : $F = ab\pi/4$

$$W_0 = \frac{\pi}{4} \Delta S (T_{\max} - T_{\min})$$

$$Q_{zu} = \Delta S \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - \frac{\pi}{8} \Delta S (T_{\max} - T_{\min})$$

$$\eta_{th} = \frac{W_0}{Q_{zu}} = \frac{2\pi}{12 + \pi} \sim 0,415$$

Eine Maschine mit Wasser im Zweiphasengebiet durchläuft folgenden Kreisprozeß:

1→2 Ausgehend vom Zustand siedender Flüssigkeit ($x_1 = 0$, $\vartheta = 300^\circ\text{C}$) erfolgt eine isobare Expansion bis zum Zustand gesättigten Dampfes ($x_2 = 1$),

2→3 isentrope Abkühlung auf die Temperatur $\vartheta_3 = 100^\circ\text{C}$,

3→4 isotherme Verdichtung bis x_4 ,

4→1 adiabate reversible Kompression.

- a) Stellen Sie diesen Kreisprozeß in einem p, v - bzw. T, s -Diagramm dar.
- b) Berechnen Sie x_3 bzw. x_4 .
- c) Berechnen Sie die zu- und die abgeführte Wärme.
- d) Berechnen Sie den Wirkungsgrad.

Lösung:

$$s_3 = s_2 = 5,7081 \text{ kJ/kg K} \quad \rightarrow \quad x_3 = 0,727$$

$$s_4 = s_1 = 3,3552 \text{ kJ/kg K} \quad \rightarrow \quad x_4 = 0,322$$

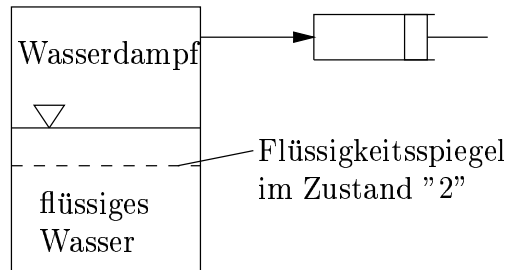
$$q_{\text{zu}} = r_{300} = 1406,0 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{\text{ab}} = r_{100}(x_3 - x_4) = 915,26 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta = 1 - \frac{q_{\text{ab}}}{q_{\text{zu}}} = 0,349$$

Ein Kessel mit dem Rauminhalt $V_K = 10 \text{ m}^3$ enthält ein Zweiphasengemisch aus flüssigem und dampfförmigen Wasser - Zustand 1. Die Gesamtmasse beträgt 4000 kg und der Druck im Kessel $p_1 = 55 \text{ bar}$. Dem Kessel werden bei konstanten Druck kontinuierlich 100 kg gesättigter Dampf entnommen wodurch ein Zustand "2" erreicht wird.

- Wie groß ist der Dampfgehalt x_1 im Kessel?
- Berechnen Sie die Massen $m_{D,1}$ des Dampfes und $m_{W,1}$ des siedenden Wassers im Zustand 1 sowie die Massen $m_{D,2}$ und $m_{W,2}$ des Dampfes bzw. Wassers, die sich nach der Entnahme noch im Kessel befinden.
- Welche Wärmemenge ist dem Wasser zuzuführen, wenn der Druck im Kessel während der Entnahme konstant bleiben soll ($p_1 = p_2$)?



Lösung:

$$v_1 = 2,5 \times 10^{-3} \quad \rightarrow \quad x_1 = 0,0349$$

$$m_{D,1} = 139,6 \text{ kg}, \quad m_{W,1} = 3860,4 \text{ kg}$$

$$v_2 = V/(m - \Delta m) = 2,564 \times 10^{-3} \quad \rightarrow \quad x_1 = 0,0368$$

$$m_{D,1} = 143,4 \text{ kg}, \quad m_{W,1} = 3756,6 \text{ kg}$$

1.HS

$$U_2 - U_1 = Q_{12} - \Delta m h''$$

Wegen $p_1 = p_2$ und $V_1 = V_2$ gilt $H_2 - H_1 = U_2 - U_1$ und somit

$$Q_{12} = H_2 - H_1 + \Delta m h'' = (m_{W,2} - (m_{W,1}))h' + (m_{D,2} - (m_{D,1} + \Delta m))h'' = 166,5 \text{ MJ}$$

Ein Motor weist im stationären Betrieb eine Betriebstemperatur von $\vartheta_M = 85^\circ \text{ C}$ auf. Nach dem Abschalten kühlt der Motor auf die Temperatur $\vartheta_u = 15^\circ \text{ C}$ des ihn umgebenden, adiabaten Raumes ab. Das Raumvolumen und die Raumtemperatur bleiben dabei annähernd konstant.

Geg.: $c_M = 0,5 \text{ kJ/kgK}$; $m_M = 100\text{kg}$

- a) Wieviel Wärme gibt der Motor beim Abkühlen ab?
- b) Wie ändert sich die Entropie des Motors?
- c) Wie ändert sich die Entropie der Umgebung des Motors? (Vor.: Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt reversibel.)
- d) Wie ändert sich die Entropie des Raumes (einschließlich Motor)?

Lösung:

$$Q_{M,12} = m_M c_M \Delta T = -3500 \text{ kJ}$$

$$S_{M,2} - S_{M,1} = m_M c_M \ln(T_M/t_U) = -10,87 \text{ kJ/K}$$

$$S_{U,2} - S_{U,1} = -Q_{M,12}/T_U = 12,15 \text{ kJ/K}$$

$$S_2 - S_1 = S_{M,2} - S_{M,1} + S_{U,2} - S_{U,1} = 1,28 \text{ kJ/K.}$$

Naßdampf wird in einem Ventil von $p_1 = 8\text{bar}$ auf p_2 adiabatisch gedrosselt. Nach dem Ventil liegt gesättigter Dampf mit einer Temperatur von $\vartheta_2 = 110^\circ\text{C}$ vor.

- Wie groß ist der Druck p_2 ?
- Wie groß ist die Temperatur ϑ_1 vor dem Ventil?
- Bestimmen Sie den Dampfgehalt x_1 des Naßdampfes vor dem Ventil.
- Skizzieren Sie diesen Vorgang in einem p, v - Diagramm.

Lösung:

$$p_2 = 1,44\text{ bar}$$

$$\vartheta_1 \sim 170^\circ\text{C}$$

$$h_1 = h_2 \quad \rightarrow \quad x_1 = 0,963$$