

Bursa Uludağ Üniversitesi
Makine Mühendisliği Bölümü MAK2007 Termodinamik I Dersi
Final Sınavı

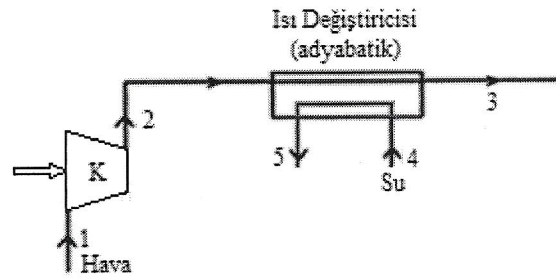
17.01.2025

Süre: 90 dak. Sınavda kitap, ders notu vb. kullanmak serbest olup not alışverişi yasaktır. 14:00

1.(30P): Bir piston silindir sisteminde başlangıçta 1 bar basınçta 300 K sıcaklıkta 1 kg hava bulunmaktadır. Hava önce sabit hacimde 8000 K sıcaklıkta bir kaynakla enerji alışverişi yaparak 20 bar basınçta gelmekte daha sonra aynı kaynakla enerji alışverişi yaparak sabit sıcaklıkta 1 bar basınçta genişlemektedir. Daha sonra 300 K sıcaklıkta çevre ile ısı ve iş alışverişi yaparak başlangıç şartlarına dönerek çevrim tamamlanmaktadır. Buna göre;

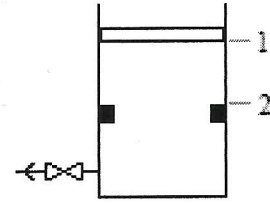
- Olayı T-s ve P-v diyagramlarında gösteriniz,
- Çevrim sırasında yapılan ısı ve iş alışverişlerini hesaplayınız,
- Net entropi değişimini hesaplayınız,
- Çevrimin ısı verimini hesaplayınız.

2.(35P): Bir kompresörde hava 300 K sıcaklık ve 1 bar basınçtan 30 bar basınçta sıkıştırılmaktadır. Kompresörün izantropik verimi 0.80 alınabilir. Kompresörden çıkan hava bir ısı değiştiricisinden geçerek 100 °C sıcaklığa düşürülmekte olup bu sırada ortaya çıkan enerji ile 50 bar basınçta 20 °C sıcaklıktaki su 120 °C sıcaklığa ısıtılmaktadır. Havanın debisi 3 kg/s ve çevre sıcaklığı 300 K olduğuna göre;



- Olayı T-s ve P-v diyagramlarında gösteriniz,
- Olay sırasında yapılan ısı ve iş alışverişlerini hesaplayınız,
- Net entropi değişimini hesaplayınız.

3.(35P): Bir piston silindir sisteminde piston başlangıçta 300 K sıcaklıkta 2 bar basınçta 0,60 m³ hacimde hava bulunmaktadır. Hava çevre ile enerji alışverişi yaparak önce sabit basınçta durduruculara kadar gelmekte daha sonra sabit hacimde hal değişimine devam etmektedir. Piston durduruculara geldiğinde hacim 0,30 m³ olmaktadır. Hal değişimi sırasında silindirin altında bir boru ile hava çevreye atılmaktadır. Boru üzerinde bulunan kısılma vanası piston hareket ettiğinde açılmakta basınç 1 bar olduğunda kapanmaktadır. Vana çıkış basıncı 1 bar ve çevre sıcaklığı 280 K olduğuna göre;



- Olayı T-s ve P-v diyagramlarında gösteriniz,
- Olay sırasında yapılan ısı ve iş alışverişlerini hesaplayınız,
- Net entropi değişimini hesaplayınız..

Başarılar dileriz.

Prof. Dr. A. AVCI, Prof. Dr. E. PULAT,
Prof. Dr. N. YAMANKARADENİZ, Dr. Öğr. Üyesi A.S. CANBOLAT.

[illegible]

1. Vona a. l. 3. h



$$m_2 = \frac{p_2 V_2}{R T_2} = 0.35 \text{ kg}$$

$$Q_{23} = -30 \quad \text{at } 60 = 30 \text{ kJ}$$

$$c) \Delta S_{\text{tot}} = m_3 s_4 - m_1 s_1 + m_4 s_4 - \frac{Q_{12}}{T_2}$$

$$= m_3 (s_3 - s_4) - m_1 (s_1 - s_4) - \frac{Q_{12}}{T_2}$$

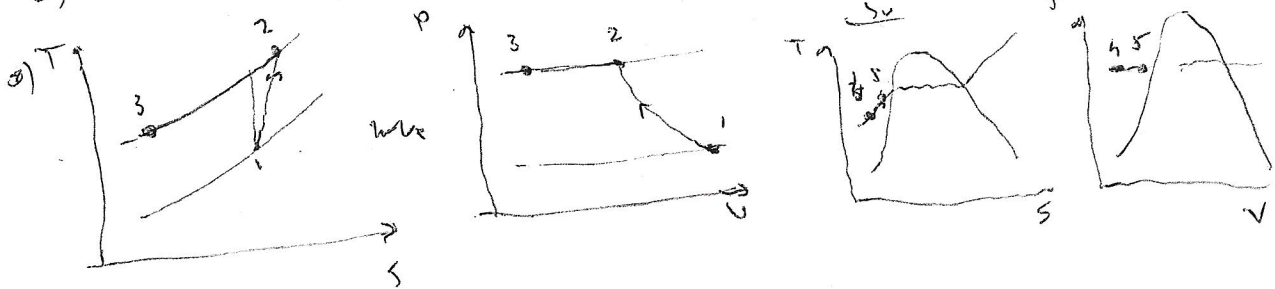
$$= 0.35 \left[C_p \ln \frac{T_3}{T_4} - R \ln \frac{P_3}{P_4} \right] - 0.4 \left[C_p \ln \frac{T_1}{T_2} - R \ln \frac{P_1}{P_2} \right] - \frac{Q_{12}}{T_2}$$

$$\Delta S_{\text{tot}} = 0.171 \text{ kJ/K}$$

S2. Bir kompresörde havanın 300 K sıcaklıkta her bir saniyede 30 bar basınçla sıkıştırılmaktadır. Bu havanın 0,80 olan kompresörden çıkan havanın bir su değirtirici sistemden geçerek 100 C sıcaklığa soğutulmaktadır. Bu sırada su 15 C değirtiriciden 20 C den 120 C sıcaklığa ısıtılmaktadır. Havanın debisi 3 kg/s olarak verilmektedir. 300 K olmasına göre?

- a) Olası T-s, P-v diy. Plotlarını
b) Yapılan iş ve ısı değişimini hesapla. su debisini bulunuz. vs. d. bulunuz
c) net entropi değişimini hesaplayınız.

C.2



b) Komp.
 $h_{12} = 0$ $Q_{12} = 0$ $W_{12} = 0$ $\dot{m} = 30$ $\eta_c = 0,80$
 $T_1 = 300 \text{ K}$
 $P_1 = 1 \text{ bar}$
 $P_2 = 30 \text{ bar}$
 $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left(\frac{30}{1}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \rightarrow T_2 = 797 \text{ K}$
 $\eta_c = \frac{T_1 - T_{2s}}{T_1 - T_2} = 0,80 \rightarrow T_2 = 916 \text{ K}$

$Q_{12} = W_{12} = \dot{m} (h_2 - h_1)$

$W_k = W_{12} = \dot{m} c_p (T_1 - T_2) = 3 \cdot 1,0 (300 - 916) = 1848 \text{ kW}$

ID
 havanın

$T_2 = 916 \text{ K}$

$T_3 = 377 \text{ K}$

Su

$T_4 = 20 \text{ C}$

$T_5 = 120 \text{ C}$

$Q_{12} = 0$ $Q_{23} = 0$ $Q_{34} = 0$ $W_{12} = 0$

$\sum m_a h_a = \sum m_b h_b$

$Q_{12} = \dot{m}_a (h_2 - h_1) = \dot{m}_a c_p (T_2 - T_1)$

$= \dot{m}_a c_p (T_2 - T_1) = \dot{m}_a c_p (T_5 - T_4)$

$\dot{Q}_{12} = 3 \cdot 1,0 (916 - 377) = 1629 \text{ kW}$

$\dot{m}_a = \frac{\dot{Q}_{12}}{c_p (T_5 - T_4)} = \frac{1629}{4,2 (120 - 20)} = 3,88 \text{ kg/s}$

20 C

$S_4 = 0,2935$

$S_5 = 1,5236$

c)

$\Delta S_{\text{net}} = \Delta S_{\text{hav}} + \Delta S_{\text{su}} + \Delta S_{\text{ortam}}$

$= \dot{m}_a \left(s_2 - s_1 \right) + \dot{m}_a \left(s_3 - s_2 \right) + \dot{m}_a s_4 - \dot{m}_a s_5 - \frac{\dot{Q}_{12}}{T_1}$

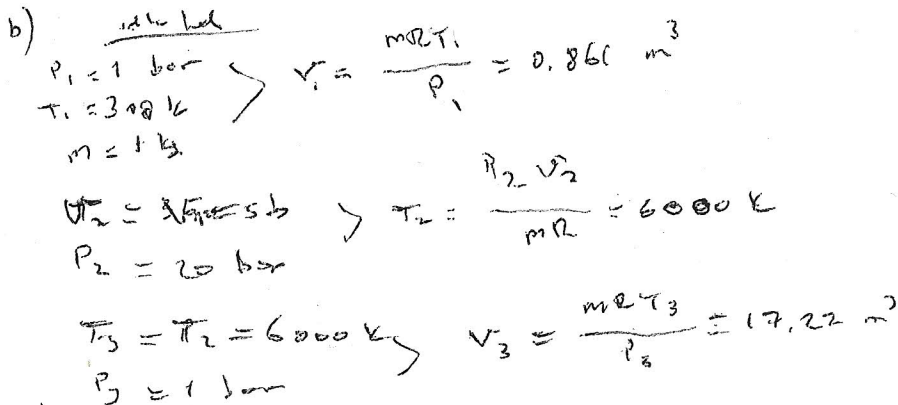
$= \dot{m}_a \left[c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1} \right] + \dot{m}_a \left[c_p \ln \frac{T_3}{T_2} - R \ln \frac{P_3}{P_2} \right] + \dot{m}_a (s_5 - s_4)$

$= 3 \left[1,0 \ln \frac{916}{300} - 0,287 \ln \frac{30}{1} \right] + 3 \left[1,0 \ln \frac{377}{916} - 0,287 \ln \frac{30}{1} \right] + 3,88 [1,5236 - 0,2935]$

$\Delta S_{\text{net}} = 0,42 + 2,70 + 4,77 = 2,49 \text{ kW/K}$

[illegible]

- a) p und T sind in p - V Diagramm gegeben.
 b) p und T sind in p - T Diagramm gegeben.
 c) p und T sind in p - T Diagramm gegeben.
 d) p und T sind in p - T Diagramm gegeben.



$$w_{12} = 0, \quad \dots (14, 15) \quad = m C_{v0} (T_2 - T_1)$$

$$Q_{12} = W_{12} = m(\omega_2 - \omega_1) = m\omega_0 \quad \text{--- sample 65}$$

$$Q_{12} = 1.917165(6000-300) = 4084 \text{ kJ}$$

$$Q_{23} - w_2 = w_1 (u_3 - u_2) = 0$$

$$Q_{23} = W_{23} = -P_2 V_2 \ln \frac{P_3}{P_2} = -2000 \text{ v. pda} \ln \frac{10}{20} = 515 \text{ kJ}$$

$$w_{11} = p_1(r_1 - r_2) = 100(17.22 - 0.961) = -163.615$$

$$Q_{31} - W_{31} = m C_{v0} (T_1 - T_3) \quad \text{in}$$

$$Q_{31} = 1.02168(300 - 6000) - 1636.2 = -5420 \text{ k}$$

d) $W_{\text{net}} = 5159 - 1676 = 3583 \text{ J}$

$$Q_{510} = Q_{12} + Q_{23} = 92.43$$

$$R = \frac{W_{\text{melt}}}{G_{3.6}} = \frac{3523}{9243} = 0.381$$

$$c) \Delta S_{net} = \Delta S_{net1} + \Delta S_{net2} + \Delta S_{net3}$$

$$= m(s_2 - s_1) - \frac{Q_{12}}{T_{a1}} + m(s_3 - s_2) - \frac{Q_{23}}{T_{a1}} + m(s_1 - s_3) - \frac{Q_{31}}{T_{a1}}$$

$$SS_{\text{sub}} = -\frac{Q_{12}}{T_{k1}} - \frac{Q_{23}}{T_{k2}} - \frac{Q_{31}}{T_{k3}} \geq 0$$

$$= -\frac{1.068}{8000} - \frac{5159}{8000} - \frac{-5720}{300} = 17.92 \text{ KJ/K}$$