

Adı-Soyadı:						İmza:
No:			Örgün: ☐ 2. Öğretim: ☐			Sınav Süresi: 90 dakika
Soru	1	2	3	4	5	Toplam Puan:
Puan						

HR. Ü. Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Termodinamik I Final Sınavı 05.01.2016

S-1)	(10 Puan) Saf madde için Sıcaklık- Özgül Hacim (T-v) ve Basınç ve Sıcaklık (P-T) diyagramlarını çizerek, faz noktalarını, eğrilerini ve faz bölgelerini gösteriniz.
S-2)	(20 puan) Yalıtılmış bir piston silindir düzeneğinde başlangıçta 175 kPa sabit basınçta 5 litre doymuş sıvı su bulunmaktadır. Silindir içinde bir elektrikli ısıtıcıyla, 40 dakika süresince 10 A akım ile ısıtılmaktadır. Sabit basınçta gerçekleşen bu hal değişimi sırasında sıvının yarısı buharlaşmaktadır . Buna göre; a) Hal değişimini T-v diyagramında gösteriniz b) Suyun kütleliğini ve sıcaklığını bulunuz, c) Elektrik kaynağının gerilimi kaç volt'tur, hesaplayınız.
S-3)	a) (15 puan) Bir klima cihazı dış ortama 2.5 kW ısı atarken, iç ortamda 2 kW'lık soğutma oluşturmaktadır. Bu klimanın performans katsayısını (COP) değerini bulunuz. b) (15 Puan) 150 MW gücünde bir buharlı güç santrali saatte 60 ton kömür tüketmektedir. Kömürün ısıl değeri 30000 kJ/kg olduğuna göre santralin ısıl verimini hesaplayınız.
S-4)	(30 puan) Hava sürekli akışlı bir kompresöre 100 kPa ve 22 °C'de girmekte ve 1 MPa basınca sıkıştırılmaktadır. Bu arada kompresör gövdesinden 16 kJ/kg'lık ısı çekilmektedir. Havanın kompresöre girişteki hacimsel debisi 150 m ³ /dakika ve kompresör gücü 500 kW'tır. Kinetik ve potansiyel enerjideki değişimi ihmal ederek, a- Kompresörden geçen havanın kütleli debisini, b- Havanın kompresör çıkışındaki sıcaklığını hesaplayınız Hava için C _p =1.02 kJ/kgK, R=0.287 kJ/kgK
S-5)	(20 puan) Bir silindir-piston çiftinde 250 kPa ve 130 °C'de su, doymuş sıvı olarak bulunmaktadır. 600°C'deki ortamdan silindire 500 kJ ısı verilerek bir kısmı buharlaştırılmaktadır. Buna göre, a) Suyun entropisindeki değişmeyi, b) Ortamın entropisindeki değişmeyi, c) Bu işlemin tersinir, tersinmez veya mümkün olup olmadığını belirleyiniz.
Not:	$q - w = h_2 - h_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \Leftrightarrow Q - W = m(u_2 - u_1) \Leftrightarrow COP_{SM} = \frac{Q_L}{W} \Leftrightarrow COP_{IP} = \frac{Q_H}{W} \Leftrightarrow \eta = \frac{W}{Q_H}$ $\Delta S_{top} = \Delta S_{sis} + \Delta S_{çevre} \Leftrightarrow \eta_{ady.} = \frac{W_s}{W_{gerçek}} (\text{Güç tüketen makina}) \Leftrightarrow \eta_{ady.} = \frac{W_{gerçek}}{W_s} (\text{Güç üreten makina})$ $\dot{m} = \rho AV \Leftrightarrow PV = mRT \Leftrightarrow h = h_f + xh_{fg} \Leftrightarrow R = C_p - C_v, \Leftrightarrow P = \rho gh$

Başarılar dileriz.

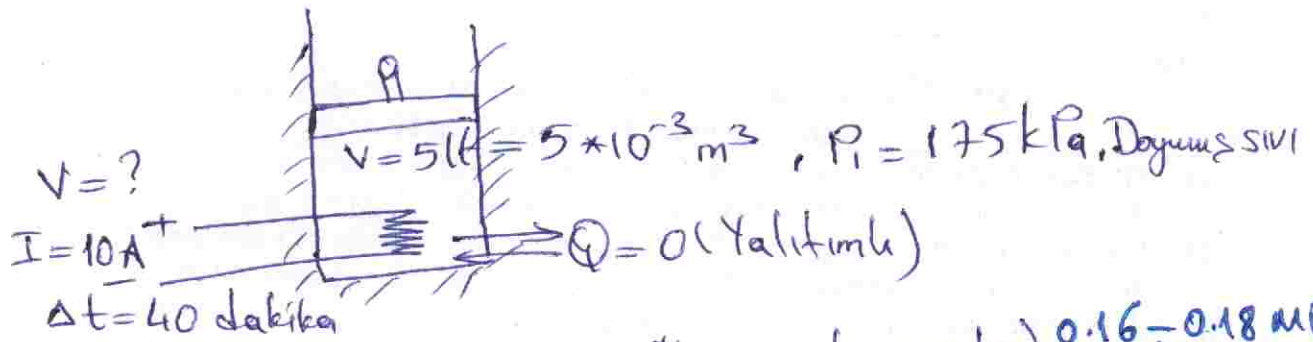
Prof. Dr. Hüsamettin BULUT, Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA & Doç. Dr. M. Azmi AKTACİR

CEVAPLAR

Cevap 1)



Cevap 2



I. Durum
 $P_1 = 175 \text{ kPa}$
 Doymuş Sıvı

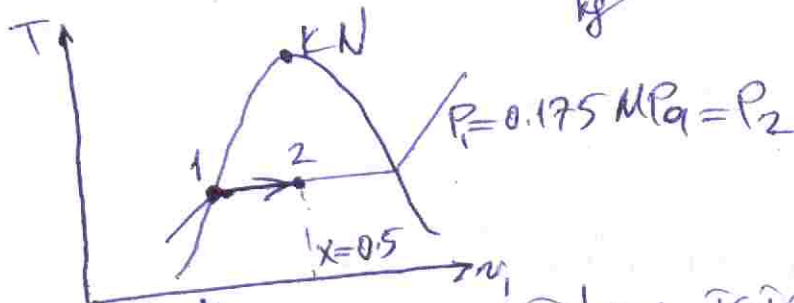
(İnterpolasyonla) $\frac{0.16 - 0.18 \text{ MPa}}{\text{Ara}}$

$h_1 = h_f = 486.75 \text{ kJ/kg}$, $h_{fg} = 2213.625 \text{ kJ/kg}$
 $v_1 = v_f = 0.001057 \text{ m}^3/\text{kg}$
 $T_1 = T_{\text{doymuş}} = 116^\circ \text{C}$ (İnterpolasyon)

II. Durum
 $P_2 = 175 \text{ kPa}$
 $x_2 = 0.5$

$h_2 = h_f + x_2 \cdot h_{fg}$
 $h_2 = 1593.5625 \text{ kJ/kg}$

$m = \frac{V}{v} = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.001057 \text{ m}^3/\text{kg}} = \underline{\underline{4.73 \text{ kg}}}$



$W_{\text{diger}} = m \cdot (h_2 - h_1)$ ← T.D.I. Kanunu Kapalı Sistemde (Piston-silindir özel durumu)

$-W_{\text{diger}} = 4.73 \text{ kg} \cdot (1593.5625 - 486.75) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$W_{\text{diger}} = -5.235.22 \text{ kJ}$

$W_{\text{elektrik}} = V \cdot I \cdot \Delta t = W_{\text{diger}}$

$5235.22 \text{ kJ} = V \cdot 10 \text{ A} \cdot 40 \text{ dakika} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ dak.}} \cdot \frac{1 \text{ k}}{1000}$

$V = 218.13 \text{ Volt}$

C-3)

a) $Q_H = 2.5 \text{ kW}$
 $Q_L = 2 \text{ kW}$ $\rightarrow W_{\text{net}} = Q_H - Q_L$
 $W_{\text{net}} = 2.5 - 2 = 0.5 \text{ kW}$

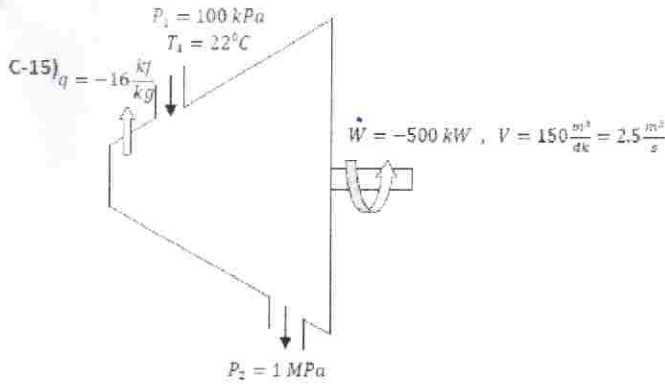
$$\text{COP}_{\text{ref}} = \frac{Q_L}{W_{\text{net}}} = \frac{2}{0.5} = 4$$

b) $W_{\text{net}} = 150 \text{ MW}$
 $Q_H = m_{\text{condens.}} \cdot h_{\text{condens.}} = 60000 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ K}}{3600 \text{ s}} \cdot 300000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$Q_H = 500000 \text{ kW} = 500 \text{ MW}$$

$$\eta_{\text{iscl}} = \frac{W_{\text{net}}}{Q_H} = \frac{150 \text{ MW}}{500 \text{ MW}} = 0.3 \text{ (}\%30\text{)}$$

CEVAP 4)



$$a) \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \frac{V}{v} \Rightarrow v = \frac{R \cdot T}{P} = \frac{0.287 \cdot (22 + 273)}{100}$$

$$v = 0.84665 \text{ m}^3/\text{kg} \Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \Rightarrow$$

$$\dot{m} = \frac{2.5}{0.84665}$$

$$\dot{m} = 2.953 \text{ kg/s}$$

$$w = \frac{\dot{W}}{\dot{m}} = -169.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$-16 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 169.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = h_2 - 295.17 \Rightarrow h_2 = 448.66 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$T_2 = 175.66^\circ\text{C}$$

veya II. Yol

$$q - w = c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

$$-16 - (-169.3) = 1.02 \cdot (T_2 - T_1)$$

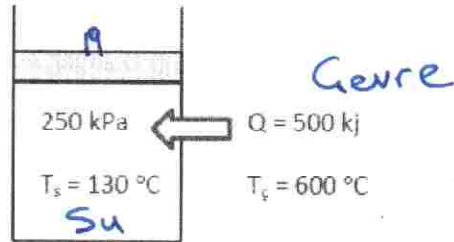
$$-16 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 169.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1.02 \cdot (T_2 - 22)$$

$$-153.3 = 1.02(T_2 - 22)$$

$$T_2 = 172.3^\circ\text{C}$$

$$\underline{T_2 = 172.3^\circ\text{C}}$$

CEVAP 5)



$$a) \Delta S_{su} = \frac{\delta Q}{T_{su}} = \frac{500 \text{ kJ}}{403 \text{ K}} = 1.24 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$b) \Delta S_{\text{çevre}} = \frac{\delta Q}{T_c} = \frac{-500 \text{ kJ}}{873 \text{ K}} = -0.5727 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

$$c) \Delta S_{\text{top}} = \Delta S_{su} + \Delta S_{\text{çevre}} = 1.24 - 0.5727 = 0.6672 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} > 0$$

$\Delta S_{\text{top}} > 0$ olduğundan tersinmez işlem

Faz değişiminin de sıcaklık sabit

$$\Delta S_{su} = \int \frac{\delta Q}{T} \Rightarrow \Delta S_{su} = \frac{Q}{T_0}$$