

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ESM-204 ISI VE KÜTLE TRANSFERİ 1.KISA SINAV SORULARI

15.03.2016

1. İçerisinde üniform olarak $2 \times 10^5 \text{ W/m}^3$ ısı üretilen 5 cm kalınlıklı geniş pirinç bir plakayı ($k=111 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) göz önüne alınız. Plakanın bir yüzeyi yalıtılmışken diğer yüzeyi $44 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$ ısı transfer katsayısıyla 25°C 'deki bir ortama açıktır. En yüksek ve en düşük sıcaklıkların ifadelerini sınır şartlarını kullanarak çıkartınız ve değerlerini hesaplayınız.
2. Bir soğutucunun duvarı 1 mm kalınlığında iki metal ($k=15.1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) plaka arasına camyünü ($k=0.035 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ve kalınlığı 0.45cm) yalıtım sandviçlenerek imal edilmiştir. Soğutulan alan 3°C de tutulmaktadır ve duvarın iç ve dış yüzeyindeki ortalama ısı transfer katsayıları sırasıyla $4 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$ ve $9 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$ 'dir. Mutfağın ortalama sıcaklığı 25°C olduğuna göre ısı transfer hızını bulunuz.
3. Bir ısıtma sisteminde buhar, duvarları 180°C 'de tutulan 5 cm dış çaplı borulardan akmaktadır. Borulara 6 cm dış çaplı ve 1 mm sabit kalınlıklı dairesel alüminyum 2024-T6 alaşım kanatlar ($k=186 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) takılmıştır. Kanatlar arası boşluk 3 mm'dir; dolayısıyla borunun metre uzunluğu başına 250 kanat bulunmaktadır. Isı, 25°C 'deki çevre havasına $40 \text{ W/m}^2.^\circ\text{C}$ 'lik bir ısı transfer katsayısı ile transfer edilmektedir. Eklenen kanatlardan dolayı birim uzunluk başına borudan olan ısı transfer artışını bulunuz.

NOT: Her soru eşit puanlıdır.

Prof. Dr. H. Mehmet ŞAHİN

Başarılar Dileriz...

Sınav süresi 90 dakikadır.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
SINAV KAĞIDI

Adı ve Soyadı :

Sınav Tarihi :/...../.....

Fakülte No / Sınıfı :

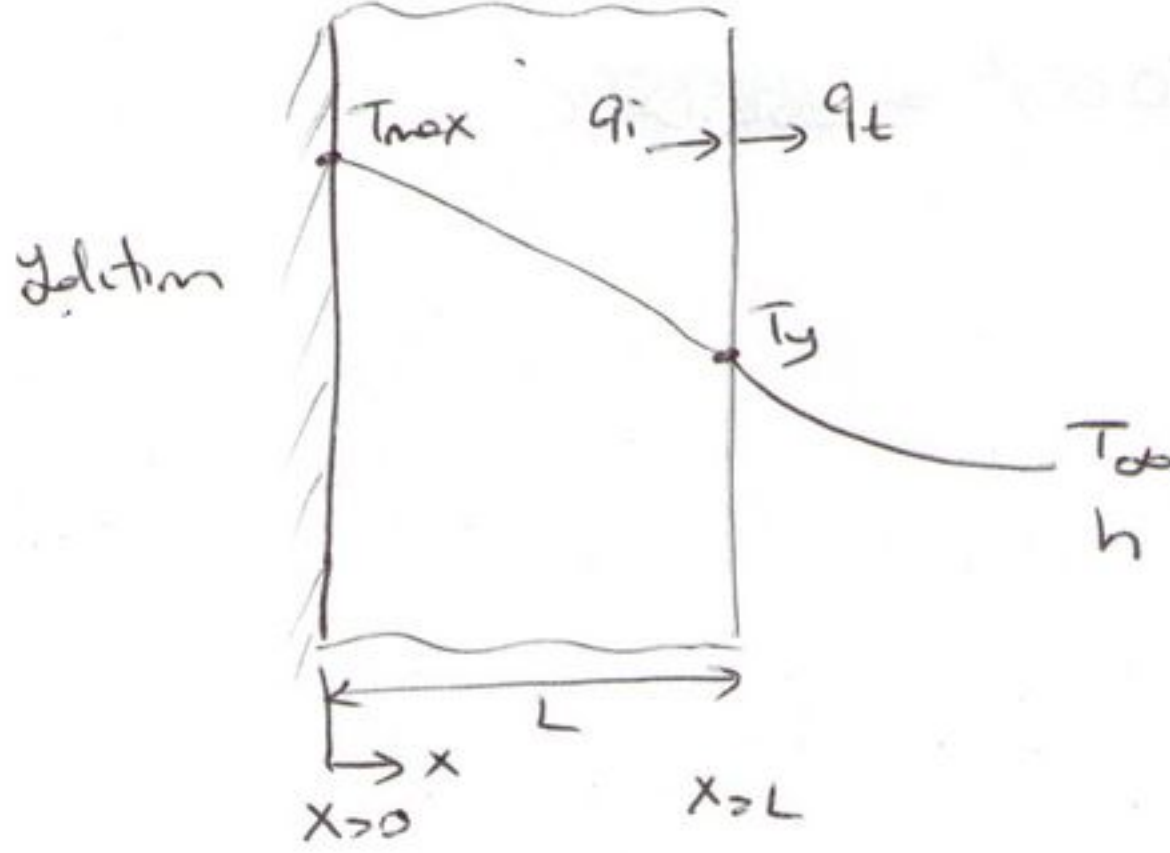
Verilen Not :

Dersin Adı :

Öğretim Elemanının İmzası :

Mühendislik Programı :

Cevap 1-)



$$\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{q''' }{k} = 0$$

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{q''' }{k} x + C_1$$

$$T(x) = -\frac{q''' x^2}{2k} + C_1 x + C_2$$

Sınır Şartları:

i) $x=0$ $\frac{dT}{dx} = 0$ (T_{max}) $\Rightarrow C_1 = 0$

ii) $x=L$ $T = T_y \Rightarrow T_y + \frac{q''' L^2}{2k} = C_2$

$$T(x) = -\frac{q''' x^2}{2k} + T_y + \frac{q''' L^2}{2k}$$

$$T(x) = T_y + \frac{q''' }{2k} (L^2 - x^2)$$

$$q_i = q_t$$

$$-k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=L} = h(T_y - T_{\infty})$$

$$\frac{dT}{dx} \Big|_{x=L} = -\frac{h}{k} (T_y - T_{\infty})$$

$$-\frac{q''' L}{k} = -\frac{h}{k} (T_y - T_{\infty})$$

$$\frac{q''' L}{h} + T_{\infty} = T_y$$

$$q''' = 2 \cdot 10^5 \text{ W/m}^3, \quad L = 0.05 \text{ m}$$

$$T_\infty = 25^\circ\text{C}$$

$$h = 44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$k = 111 \text{ W/mK}$$

$$a) \quad T_y = \frac{2 \cdot 10^5 \times 0.05}{44} + 25 = 252.3^\circ\text{C}$$

$$b) \quad T_{\text{nox}} = 47.7 + \frac{2 \cdot 10^5 (0.05)^2}{2 \times 111} = 254.5^\circ\text{C}$$

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
SINAV KAĞIDI

Adı ve Soyadı :

Sınav Tarihi :/...../.....

Fakülte No / Sınıfı :

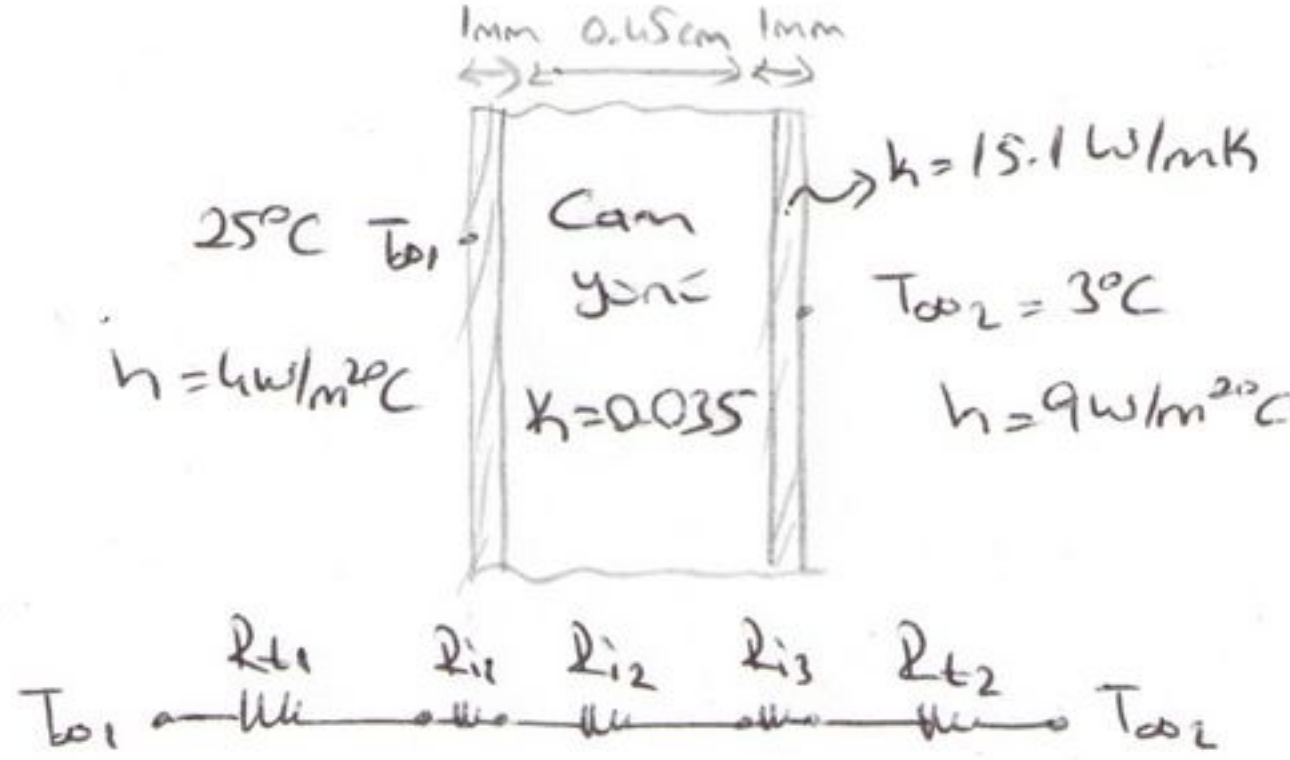
Verilen Not :

Dersin Adı :

Öğretim Elemanının İmzası :

Mühendislik Programı :

Cevap 2-)



$\Rightarrow$ Birim alan için
çözülecek.

$$R_{t1} = \frac{1}{h_1 A} = \frac{1}{4 \times 1} = 0.25^\circ\text{C/W}$$

$$R_{i1} = R_{i3} = \frac{L_1}{k_1 A} = \frac{0.001\text{ m}}{(15.1) \cdot 1} = 6.62 \times 10^{-5}^\circ\text{C/W}$$

$$R_{i2} = \frac{L_2}{k_2 A} = \frac{0.045\text{ m}}{(0.035) \cdot 1} = 1.28^\circ\text{C/W}$$

$$R_{t2} = \frac{1}{h_2 A} = \frac{1}{9 \cdot 1} = 0.11^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{top}} = R_{t1} + R_{i1} + R_{i2} + R_{i3} + R_{t2} = 0.25 + 2 \times (6.62 \times 10^{-5}) + 1.28 + 0.11 = 1.64^\circ\text{C/W}$$

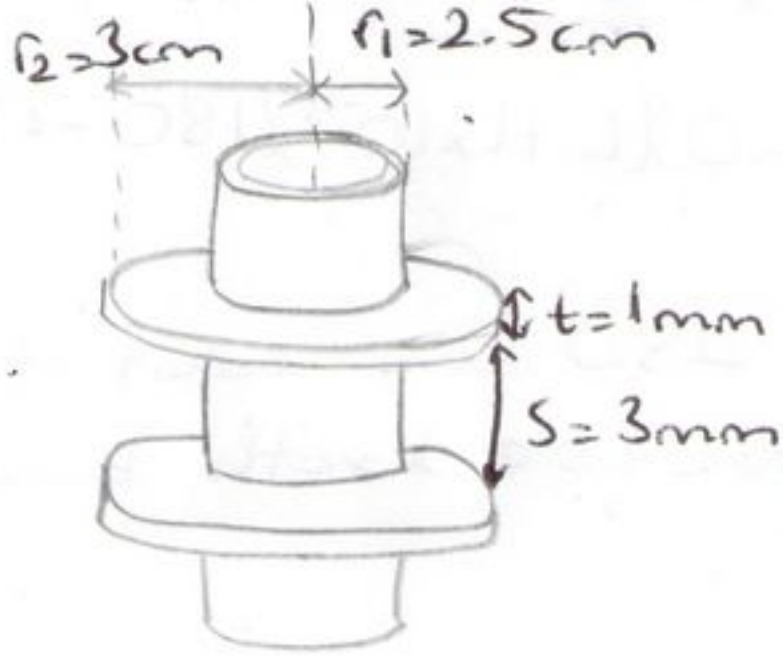
$$\dot{Q} = \frac{T_{\infty 1} - T_{\infty 2}}{R_{\text{top}}} = \frac{(25 - 3)^\circ\text{C}}{1.64^\circ\text{C/W}} = 13.4\text{ W}$$

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
SINAV KAĞIDI

Adı ve Soyadı :
Fakülte No / Sınıfı :
Dersin Adı :
Mühendislik Programı :

Sınav Tarihi :/...../.....
Verilen Not :
Öğretim Elemanının İmzası :

Cevap 3-)



$$T_{\text{buhar}} = 180^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\infty} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$k = 186 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$h = 40 \text{ W/m}^2\text{C}$$

⇒ Kısıt yokken borunun her metre uzunluğundan ısı transferi;

$$A_{\text{kısıt,yok}} = \pi D_1 L = \pi (0.05 \text{ m})(1 \text{ m}) = 0.157 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_{\text{kısıt,yok}} = h A_{\text{kısıt,yok}} (T_b - T_{\infty}) = (40)(0.157)(180 - 25) = 973.1 \text{ W}$$

⇒ Sabit kalınlıklı dairesel kısıtların verimi profilleri:

$$r_{2c} = r_2 + t/2 = 0.03 + 0.001/2 = 0.0305 \text{ m}$$

$$L = \frac{1}{2}(D_2 - D_1) = \frac{1}{2}(0.06 - 0.05) = 0.005 \text{ m}$$

$$L_c = L + t/2 = 0.005 + 0.001/2 = 0.0055 \text{ m}$$

$$A_p = L_c t = (0.0055 \text{ m})(0.001 \text{ m}) = 5.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\xi = L_c^{3/2} (h/kA_p)^{1/2} = (0.0055)^{3/2} \left[\frac{40}{186 \times 5.5 \times 10^{-6}} \right]^{1/2} = 0.0806$$
$$\frac{r_{2c}}{r_1} = \frac{0.0305}{0.025} = 1.22$$
$$\eta = 0.98$$

$$A_{kavut} = 2\pi (r_2^2 - r_1^2) = 2\pi [0.0305^2 - 0.025^2] = 1.92 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{kavut} &= \dot{Q}_{kavut, max} = \dot{Q}_{kavut} h A_{kavut} (T_b - T_\infty) \\ &= (0.98)(40)(1.92 \times 10^{-3})(180 - 25) = 11.66 \text{ W} \end{aligned}$$

⇒ Borunun kavutları kısmından ısı transferi

$$A_{kavutlu} = \pi D_1 S = \pi (0.05)(0.003) = 4.71 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_{kavutlu} = h A_{kavutlu} (T_b - T_\infty) = (40)(4.71 \times 10^{-4})(180 - 25) = 2.92 \text{ W}$$

⇒ Borunun her metre uzunluğunda 250 tane kavut ve abajurla 250 tane kavut erisi aralık olduğuna göre kavutlu borudan toplam ısı transferi:

$$\dot{Q}_{toplam, kavut} = n (\dot{Q}_{kavut} + \dot{Q}_{kavutlu}) = 250 (11.66 + 2.92) = 364.5 \text{ W}$$

⇒ Böylelikle kavut eklenmesiyle bir metre uzunlukta ki borudan ısı transferi artışı:

$$\dot{Q}_{artıs} = \dot{Q}_{toplam, kavut} - \dot{Q}_{kavutlu} = 364.5 - 973.4 = 2671.6 \text{ W}$$