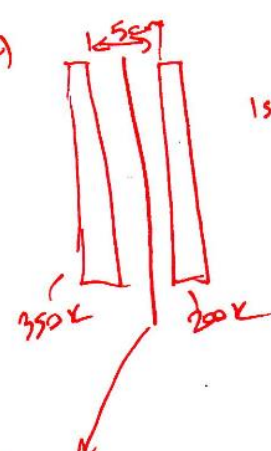


1	2	3	4	TOPLAM

**Soru 1:** Uluslararası uzay istasyonu üzerinde güneş panellerini tutması için yerleştirilmiş birbirine paralel iki plaka arasında sürekli ısı transferi gerçekleşmektedir. Plakaların tüm yüzeyi uzay ortamında bulunmaktadır. Plakalar arası mesafe 5 cm ve her bir plakanın alanı  $1 \text{ m}^2$  olup plaka sıcaklıkları sırasıyla  $T_1 = 350 \text{ K}$  ve  $T_2 = 200 \text{ K}$ 'dir. Plaka yüzeyleri kara cisim özelliğine sahiptir. Birinci plaka Alüminyum malzemeden ( $k_1 = 237 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) ve ikinci plaka özel alaşım ( $k_2 = 500 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) bir malzemedir. Buna göre; a) plakalar arasındaki Toplam Isı Transfer hızını hesaplayınız (20 Puan), b) plakalar arasındaki ısı transferini azaltmak için ne yapılması gerekir, mühendis yaklaşımı ile 3 cümleyi geçmeyecek şekilde yazınız (5 Puan). NOT: Stefan Boltzmann Sabiti:  $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$

**Cevap 1:**

a)



Plakalar uzayda olduğu için, yalnızca ışıma ile ısı transferi vardır.

$$\dot{Q}_{ışıma} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4)$$
$$= (1) \cdot (5,67 \times 10^{-8}) (1 \text{ m}^2) (350^4 - 200^4)$$
$$\dot{Q}_{ışıma} = 760 \text{ W}$$

b-) Sürünlüğü düşük, yansıtıcı bir levha kullanılabilir.

**Soru 2:** Uzunluğu 15 m, iç çapı  $r_1 = 7 \text{ cm}$ , dış çapı  $r_2 = 9 \text{ cm}$  ve ısıl iletkenliği  $k = 20 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  olan bir buhar borusunun iç yüzey sıcaklığı  $T_1 = 150^\circ\text{C}$  ve dış yüzey sıcaklığı  $T_2 = 60^\circ\text{C}$  ortalama sıcaklıklarında tutulmaktadır. Sürekli şartlar altında boru içindeki sıcaklık dağılımı için genel bir bağıntı elde ediniz (15 Puan) ve boru içindeki buhardan ısı kayıp hızını belirleyiniz (10 Puan).

NOT: Silindirik koordinatlar için bir boyutlu ısı iletim denklemi:  $\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\dot{e}_{\text{üretim}}}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$

**Cevap 2:**

$$\frac{d}{dr} \left( r \frac{dT}{dr} \right) = 0 \quad \begin{array}{l} \text{Sınır şartları} \\ T(r_1) = T_1 = 150^\circ\text{C} \\ T(r_2) = T_2 = 60^\circ\text{C} \end{array}$$

$$0 \cdot r \frac{dT}{dr} = C_1 \Rightarrow \frac{dT}{dr} = \frac{C_1}{r} \Rightarrow \boxed{T(r) = C_1 \ln r + C_2} \quad 5$$

Sınır şartları uygulanırsa;

$$T(r_1) = T_1 \rightarrow C_1 \ln r_1 + C_2 = T_1$$

$$T(r_2) = T_2 \rightarrow C_1 \ln r_2 + C_2 = T_2$$

$$\Rightarrow \bullet C_1 = \frac{T_2 - T_1}{\ln(r_2/r_1)} \quad 5$$

$$\bullet C_2 = T_1 - \frac{T_2 - T_1}{\ln(r_2/r_1)} \ln r_1 \quad 5$$

Denklemlerde yerine yazılırsa;

$$\boxed{T(r) = \frac{\ln(r/r_1)}{\ln(r_2/r_1)} (T_2 - T_1) + T_1}$$

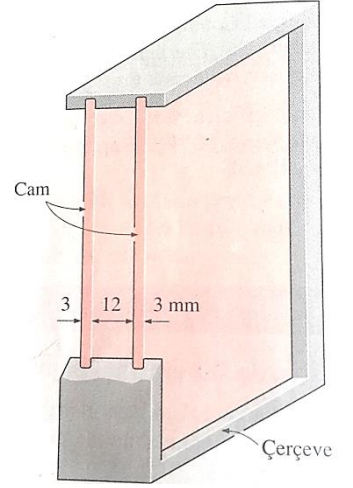
Isı Transferi;

$$\dot{Q}_{\text{boru}} = -kA \frac{dT}{dr} = -k(2\pi rL) \frac{C_1}{r} = -2\pi kL C_1 = 2\pi kL \frac{T_1 - T_2}{\ln(r_2/r_1)} \quad 5$$

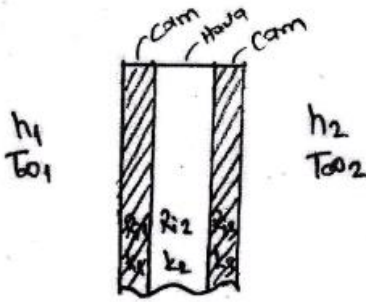
$$\dot{Q}_{\text{boru}} = 2\pi (20 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}) (15 \text{ m}) \frac{(150 - 60)^\circ\text{C}}{\ln(909/907)}$$

$$\boxed{\dot{Q}_{\text{boru}} = 675035 \text{ W}} \quad 5$$

**Soru 3:** Yüksekliği 1,2 m ve genişliği 2 m olan çift camlı pencerenin kalınlığı 3 mm olan camlarının ( $k = 0,78 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) arasında genişliği 12 mm olan durgun hava ( $k = 0,026 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) boşluğu bulunmaktadır. Dış ortamdaki sıcaklığı  $-5^\circ\text{C}$  iken oda sıcaklığının  $24^\circ\text{C}$  'de tutulduğu bir günde, bu cam penceredeki toplam ısı transfer direncini, sürekli ısı transfer hızını ve iç yüzey sıcaklığını bulunuz. Pencerenin iç ve dış yüzeyindeki taşınım ısı transfer katsayılarını  $h_1 = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ve  $h_2 = 25 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  alınız ve ışınlama ısı transferini ihmal ediniz.

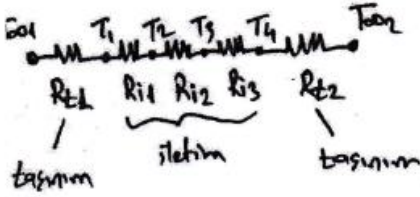


**Cevap 3:**



$$A_{\text{alan}} = 1,2 \times 2 = 2,4 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_{\text{toplam}} = \frac{T_{01} - T_{02}}{R_{\text{toplam}}}$$



$$R_{k1} = \frac{1}{h_1 A} = \frac{1}{10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \times 2,4 \text{ m}^2} = 0,0417 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{i1} = R_{i3} = \frac{L_1}{k_1 A} = \frac{0,003 \text{ m}}{0,78 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \times 2,4 \text{ m}^2} = 0,0016 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{i2} = \frac{L_2}{k_2 A} = \frac{0,012 \text{ m}}{0,026 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \times 2,4 \text{ m}^2} = 0,1923 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{k2} = \frac{1}{h_2 A} = \frac{1}{25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \times 2,4 \text{ m}^2} = 0,0167 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

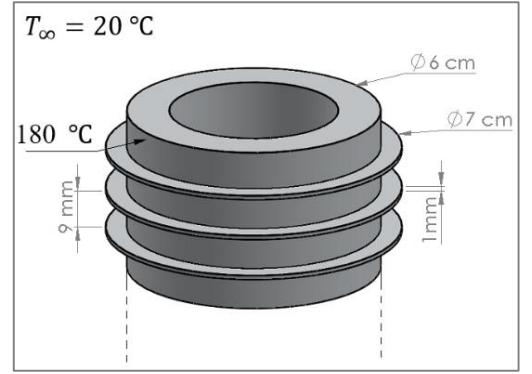
$$R_{\text{toplam}} = 0,2539 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$\dot{Q}_{\text{toplam}} = 114 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \frac{T_{01} - T_1}{R_i} \Rightarrow T_1 = T_{01} - \dot{Q} \times R_i$$

$$T_1 = 19,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Soru 4:** Dış yüzey sıcaklığı 180 °C olan 6 cm çaplı bir ısıtma borusunun içinden buhar akmaktadır. Borulara 7 cm dış çaplı ve 1 mm sabit kalınlıklı dairesel bakır ( $k = 400 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) kanatlar takılmıştır. Kanatlar arasındaki boşluk 9 mm'dir ve dolayısı ile borunun birim metre uzunluğunda 100 adet kanat bulunmaktadır. Isı  $T_\infty = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklıktaki çevre havasına  $45 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 'lik bir ısı transfer katsayısı ile transfer edilmektedir. Kanat verimini %97 alarak, eklenen kanatlardan dolayı borunun birim uzunluğundaki ısı transfer artışını hesaplayınız.



**Cevap 4:**

$$\begin{aligned} \text{Cevap 4: } \dot{Q}_{\text{kanatlı}} &= h \cdot A_{\text{kanatlı}} \cdot (T_b - T_\infty) \\ &= (45 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) (\pi \cdot 0,06 \cdot 1) (180 - 20) = \underline{1357,17 \text{ W}} \end{aligned}$$

$$\eta = 0,97 \text{ (soruda verilmiş)}$$

$$\begin{aligned} \text{Tez kanat: } A_{\text{kanat}} &= 2\pi (r_2^2 - r_1^2) + 2\pi r_2 t = 0,002262 \text{ m}^2 \\ \dot{Q}_{\text{kanat}} &= \eta \cdot \dot{Q}_{\text{kanatlı}} = (0,97) \cdot [h \cdot A_{\text{kanat}} \cdot (T_b - T_\infty)] = \underline{15,800 \text{ W}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kanatlız Alan: } A_{\text{kanatlız}} &= \pi D_f \cdot L_{\text{kanatlız}} = 0,0017 \text{ m}^2 \\ \dot{Q}_{\text{kanatlız}} &= h \cdot A_{\text{kanatlız}} \cdot (T_b - T_\infty) = \underline{12,24 \text{ W}} \end{aligned}$$

$$\dot{Q}_{\text{Toplam}} = (\dot{Q}_{\text{kanatlı}} + \dot{Q}_{\text{kanatlız}}) \cdot 100 = (15,80 + 12,24) \cdot 100 = \underline{2804 \text{ W}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Artış}} = 2804 - 1357,17 = \underline{1446,63 \text{ W}}$$