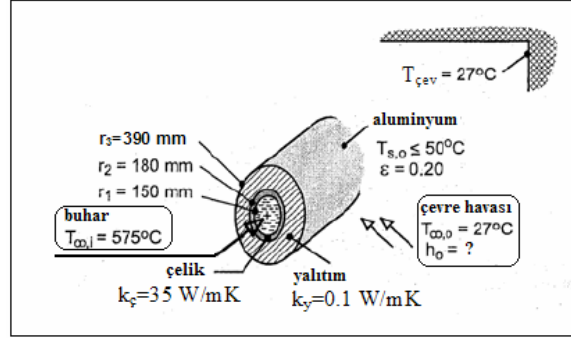


Adı ve Soyadı:.....	No:.....	İmza:.....
Alınan Puanlar: 1.....2.....3.....4.....5.....6.....	Sınav sonucu.....	

SORU 1 (40 p).

Şekilde gösterilen birim uzunluktaki kompozit silindirik boru sisteminde; en içteki çelik boru içerisinde kızgın buhar geçmektedir. Çelik boru, etrafı yalıtıldıktan sonra, en dış yüzeye kalınlığı ihmal edilecek kadar ince bir alüminyum tabaka sarılmıştır. Alüminyum tabakadan çevre havası ve çevre duvarlara ısı transfer edilmektedir. Tabaka sıcaklığının 50°C'yi aşmaması istenmektedir. Şekil üzerinde gösterilen verileri ve uygun gördüğünüz varsayımları kullanarak; **a)** sistem için geçerli enerji korunum denklemini yazınız? **b)** taşınım katsayısının (h_o) değerini belirleyiniz? **c)** ışıınım ile gerçekleşen ısı transfer miktarının, toplam ısı transferi içerisindeki payını yüzdesel olarak belirleyiniz? **d)** yalıtım kalınlığının iki kat artırılması durumunda, transfer edilen ısı miktarının nasıl değişeceği konusundaki görüşlerinizi, basit grafiklerle destekleyerek, belirtiniz?



$$a) \quad q' = q'_{conv,o} + q'_{rad}$$

$$q' = \frac{(T_{s,i} - T_{s,o})}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{st}} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_{ins}}}$$

Not: çözümlerde geçen semboller için $k_{st} = k_{\text{ç}} \dots \dots k_{ins} = k_y$

$$q'_{conv,o} = 2\pi h_o (T_{s,o} - T_{\infty,o})$$

$$q'_{rad} = 2\pi \epsilon \sigma (T_{s,o}^4 - T_{sur}^4)$$

$$b) \quad \frac{(T_{s,i} - T_{s,o})}{\frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{st}} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_{ins}}} = 2\pi h_o [h_o (T_{s,o} - T_{\infty,o}) + \epsilon \sigma (T_{s,o}^4 - T_{sur}^4)]$$

$$q' = \frac{2\pi(848 - 323)}{\frac{\ln(0.18/0.15)}{35} + \frac{\ln(0.39/0.18)}{0.1}} = 420 \text{ W/m}$$

Yukarıdaki denklemde tek bilinmeyen olduğundan, $h_o = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak bulunur.

c)

$$q'_{rad} = 2\pi \epsilon \sigma (T_{s,o}^4 - T_{sur}^4)$$

denklemindeki tüm veriler bilindiğinden q'_{rad} / q' değerinin yüzdesel karşılığı bulunabilir.

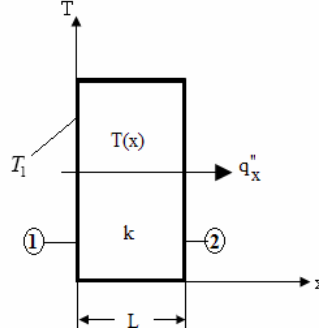
d)

$r_{kr} = k_{ins} / h_o$ kullanılarak bulunan kritik yarıçap değeri doğrultusunda yalıtım kalınlığının artırılmasının etkisi

yorumlanabilecektir.

SORU 2 (40 p).

Şekilde gösterilen 'L' kalınlığındaki sabit ısı iletim katsayısına (k) sahip levhanın 1 nolu yüzeyi, T_1 sabit sıcaklığındadır. Levhanın diğer yüzeyine doğru, sadece 'x' yönünde gerçekleşen ısı akısının tespit edilmesi istenmektedir. Isı iletim genel denklemini ve 2 nolu yüzey için aşağıda belirtilen sınır koşullarını göz önüne alarak, levha içerisindeki sıcaklık dağılımı ile ısı akısını veren denklemleri türetiniz? **a)** yüzeyin sabit sıcaklıkta bulunması durumu, **b)** yüzeye sabit ısı akısına sahip bir ısıtıcı yerleştirilmesi durumu, **c)** yüzeyin iyi bir yalıtım malzemesi ile kaplanması durumu, **d)** yüzeyde sadece taşınım ile ısı transferi bulunması durumu.



Isı iletimi genel denkleminde;

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \dots\dots\dots \frac{dT}{dx} = c_1 \dots\dots\dots T(x) = c_1 x + c_2$$

Sınır Şartları

1. Sınır şartı (Tüm şıklar için aynı)

$$T(x=0) = T_1$$

$$x=0 \Rightarrow T_1 = c_2$$

$$T(x) = c_1 x + T_1$$

2. Sınır şartı (her bir şık için ayrı)

a) $T(x=L) = T_2$

$$x=L \Rightarrow T_2 = c_1 L + c_2 = c_1 L + T_1 \dots\dots\dots c_1 = \frac{(T_2 - T_1)}{L}$$

Bulunan c_1 değeri denkleme yerleştirildiğinde,

sıcaklık dağılımı için..... $T(x) = \frac{(T_2 - T_1)}{L} x + T_1$,

ısı enerjisi için..... $q''_x = -k \frac{dT}{dx} = k \frac{(T_1 - T_2)}{L}$.

b) $\left[-k \frac{dT}{dx} \right]_{x=L} = q''_w \dots\dots\dots [-kc_1]_{x=L} = q''_w \dots\dots\dots c_1$ bulunur. Diğer aşamalar (a) şıkkı ile aynıdır.

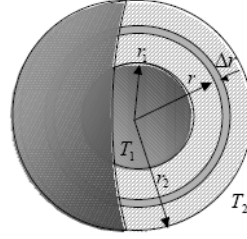
c) $\left[-k \frac{dT}{dx} \right]_{x=L} = 0 \dots\dots\dots [-kc_1]_{x=L} = 0 \dots\dots\dots c_1$ bulunur. Diğer aşamalar (a) şıkkı ile aynıdır.

d) $\left[-k \frac{dT}{dx} \right]_{x=L} = h\Delta T \dots \dots \dots [-kc_1]_{x=L} = h\Delta T \dots \dots \dots c_1$ bulunur. Diğer aşamalar (a) şıkkı ile aynıdır.

SORU 3 (20 p).

Bir boyutlu-kararlı, içerisinde ısı üretimi bulunmayan, iç-dış yüzey sıcaklıkları sırasıyla T_1 ve T_2 olan ($T_1 > T_2$), sabit ısı iletim katsayısına sahip, küresel geometrideki bir malzeme için, ısı iletim direncini veren formülü türetiniz?

Hatırlatma: $\frac{1}{r^n} \frac{d}{dr} \left(kr^n \frac{dT}{dr} \right) = 0$ denklemini küresel geometriye uyarlayınız.



$\frac{1}{r^n} \frac{d}{dr} \left(kr^n \frac{dT}{dr} \right) = 0$ denkleminde küresel koordinat için $n=2$ olduğundan;

$$\frac{d}{dr} \left(r^2 \frac{dT}{dr} \right) = 0 \dots \dots \dots r^2 \frac{dT}{dr} = c_1 \dots \dots \dots T(r) = -\frac{c_1}{r} + c_2$$

$$T(r_1) = -\frac{c_1}{r_1} + c_2 = T_1$$

$$T(r_2) = -\frac{c_1}{r_2} + c_2 = T_2$$

Son iki denklem taraf tarafa çıkartılırsa

$$c_1 = \frac{T_1 - T_2}{1/r_2 - 1/r_1}$$

$$q_r = -kA \frac{dT}{dr} = -k(4\pi r^2) \frac{dT}{dr} = -k(4\pi r^2)(c_1 / r^2) = -4\pi k c_1$$

$$q_r = 4\pi k \frac{T_1 - T_2}{1/r_1 - 1/r_2} = \frac{\Delta T}{R}$$

$$R = \frac{1/r_1 - 1/r_2}{4\pi k}$$

Başarılar dilerim,.....Doç. Dr. Bülent Yeşilata.....