Bülent Ecevit Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi – Makine Mühendisliği Bölümü

2013-2014 Güz Dönemi
28 Kasım 2013 Perşembe, 17:30

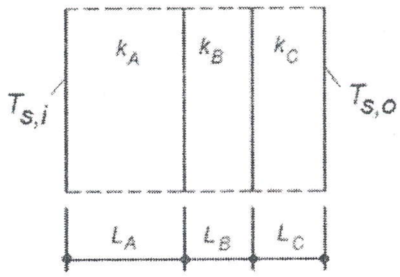
NOT:
1) Yalnız bir tane kitap açık olabilir.
2) Kullandığınız kitabın adını, formül ve tabloların no.ları ile sayfa numaralarını yazınız.

MAK 347 Isı Transferi Arasınav Soruları

1) Bütün yüzeyleri 5 cm kalınlığında meşe tahtalarından yapılmış, kenar uzunluğu 1 m olan kübik bir kutu içerisinde 0 °C sıcaklığında buz bulunmaktadır. Tahtaların dış yüzey sıcaklığının 15 °C olarak sabit kalması halinde; buzun tamamen erimesi (0 °C'de suya dönüşmesi) için gereken süre kaç gündür? (30 puan)

2) Bir fırının karma duvarı üç farklı malzemeden yapılmıştır. Bunlardan ikisinin ısı iletim katsayısı bilinmekte ancak aradaki bileşene ait olan bilinmemektedir. Duvar bileşenlerinin kalınlıkları ve bilinen ısı iletim katsayıları şeklin yanında verilmiştir. Sürekli rejim koşullarında fırın duvarının dış yüzey sıcaklığı $T_{s,o}$ = 40 °C ve iç yüzey sıcaklığı $T_{s,i}$ = 775 °C olarak ölçülmüştür. Fırında iç ortam sıcaklığı 800 °C ve iç yüzeyde taşınım katsayısı 120 W/m^2·K olduğuna göre,

a) Aradaki malzemenin ısı iletim katsayısını (k_B) hesaplayınız. (15 puan)
b) Dış yüzey ile 20 °C sıcaklıktaki dış ortam arasındaki taşınım katsayısını bulunuz. (15 puan)



k_A=20 W/m·K
k_C=50 W/m·K

L_A=0.20 m
L_B=0.10 m
L_C=0.10 m

3) Çapı 200 mm, ısı iletim katsayısı 0.5 W/m·K olan uzun bir silindirik çubukta 48000 W/m^3 düzgün dağılımlı ısı üretimi vardır. Çubuk, dış yarıçapı 400 mm ve ısı iletim katsayısı 4 W/m·K olan silindirik bir gömlek içine konmuştur. Gömleğin dış yüzeyinde 27 °C sıcaklığında çapraz bir hava akışı vardır ve ısı taşınım katsayısı 25 W/m^2·K'dir. Buna göre;

a) Çubuğun birim boyundan çıkan ısıyı hesaplayınız. (15 puan)
b) Çubuğun merkezindeki sıcaklığı bulunuz. (15 puan)

4) Sabit kesitli bir kanatçık boyunca sıcaklık dağılımı, $\frac{d^2\theta}{dx^2} - m^2\theta = 0$ diferansiyel denklemi ile ifade edilmektedir. Bu denklemin genel çözümünün $\theta(x) = C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx}$ olduğunu gösteriniz. (10 p.)

Başarılar diliyorum. Süre: 105 dakika *Yrd. Doç. Dr. Mustafa EYRİBOYUN*

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

1 28.11.13

Mak347 Isı Transferi Ara Sınavı

1-) örnek 1.4'den

$$t_e = \frac{m h_{sf} L}{6 w^2 k (T_1 - T_f)}$$

Çizelge A.3

$k_{mere@300K} = 0.17 \; W/mK$

Literatür $\Rightarrow h_{sf,buz} = 334 \; kJ/kg$

Çizelge A.3

$\rho_{buz} = 920 \; kg/m^3$

$m_{buz} = V_{buz} \cdot \rho$

$m_{buz} = (1\times1\times1)\cancel{m^3} \times 320 \frac{kg}{\cancel{m^3}} \Rightarrow m_{buz} = 320 \; kg$

$w^2 = 1\times1 = 1 m^2$

$$t_e = \frac{320 \times 334 \times 0.05}{6\times1 \times 0.17 \times (15-0)} = 1004.2\times10^3 \; sn$$

(Birimlerde $\frac{kJ}{W}$ gelecekte $\frac{kJ}{\frac{J}{s}} \Rightarrow \frac{kJ}{\cancel{J}} \cdot sn \Rightarrow sn\times10^3$)

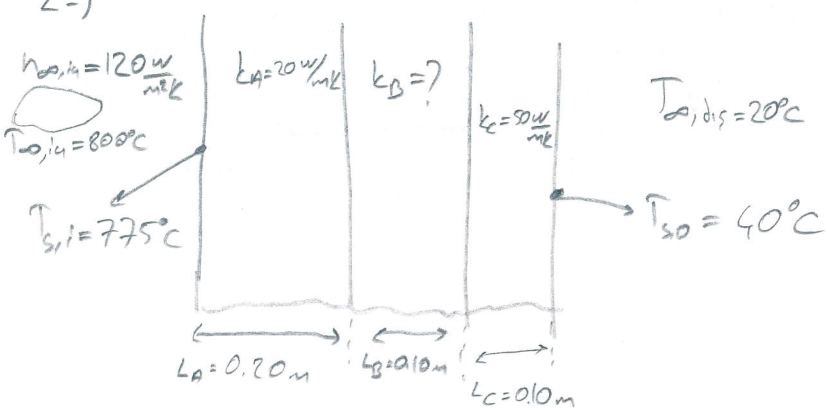
$t_e \cong 10^6 \; sn$

Güne çevirmek $\Rightarrow \frac{1 gün}{24 \cancel{saat}} \times \frac{1 \cancel{saat}}{60 \cancel{dakika}} \times \frac{1 \cancel{dakika}}{60 \cancel{sn}} \times 10^6 \; sn$

$\Rightarrow t_e \cong 11.57$ gün //

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

2-)



a) $k_B = ?$

b) $h_{\infty,dış} = ?$

a) Toplam transfer olan ısı miktarı için fırının içinden, fırın iç duvarına olan taşınım bağıntısı kullanılır.

$$q = hA\,(T_{\infty,iç} - T_{s,i}) \quad \text{(Birim alandan transfer olan ısı için } A = 1\,m^2\text{)}$$

$$q = 120\,\frac{W}{\cancel{m^2}\cancel{K}} \times 1\,\cancel{m^2} \times 25\,\cancel{K} \Rightarrow q = 3000\,W$$

Daha sonra karma duvar için ($T_{s,i}$ ve $T_{s,o}$ arasında) eşdeğer ısıl devreden k_B'yi bulabiliriz (Denklem 3.15'i sistemimize uyarlarsak)

$$q = \frac{T_{s,i} - T_{s,o}}{\frac{L_A}{k_A \cdot A} + \frac{L_B}{k_B \cdot A} + \frac{L_C}{k_C \cdot A}} \quad (A = 1\,m^2 \text{ (birim alan)})$$

$$3000 = \frac{775 - 40}{\frac{0.2}{20} + \frac{0.1}{k_B} + \frac{0.1}{50}} \Rightarrow 0.01 + (k_B)^{-1} \times 0.1 + 2\times10^{-3} = 0.245$$

$$\Rightarrow k_B \cong 0.429\,\frac{W}{mK}$$

b-) Toplam ısı transfer miktarını bulmuştuk. Fırın dış duvarı ve dış ortam arasında taşınım denklemini kullanırız.

$$q = h_{\infty,dış} A\,(T_{s,o} - T_{\infty,dış}) \Rightarrow 3000 = h \cdot 1\,(40 - 20)$$

$$\Rightarrow h_{\infty,dış} = 150\,\frac{W}{m^2K}$$

3

3-) $D_{çubuk} = 200 mm = 0.2 m$

$D_{yalıtım} = 400 mm = 0.4 m$

$k_{çubuk} = 0.5\ W/mK$

$k_{yalıtım} = 4\ W/mK$

$\dot{q} = 48000\ W/m^3$

$T_\infty = 27°C$

$h_\infty = 25\ W/m^2K$

a) birim boydan açığa çıkan ısı?

b) Çubuğun merkezindeki sıcaklık?

a) $E_{gen} = \dot{q} \cdot V \quad \left(V = \pi r^2 . L = \pi \frac{D^2}{4} . \overset{\text{birim boy!}}{1}\right)$

$$= 48000 \times \pi \times \frac{(0.2)^2}{4}$$

$E_{gen} \cong \underline{1508}\ \frac{W}{m} \rightarrow$ birim boy!

(Sürekli rejim olduğu kabulü ile üretilen ısı transfer olacak!)

b) Denklem 3.53 kullanılarak bulunabilir.

$$T(r) = \frac{\dot{q} r_0^2}{4k}\left(1 - \frac{r^2}{r_0^2}\right) + T_s$$

T_s, bizim problemimizde, yalıtım ile ısı üretimi yapan çubuğun birleştiği bölgedir. Toplam ısı transferini bilmekteyiz. denklem (3.29'u) kendi problemimize uyarlarsak;

$$q = \frac{T_s - T_\infty}{\frac{\ln(r_2 - r_1)}{2\pi k_{yalıtım} L} + \frac{1}{2\pi r_2 L h_\infty}} \Rightarrow 1508 = \frac{T_s - 27}{\frac{\ln(2)}{2\pi \times 4 \times 1} + \frac{1}{2\pi \times 0.2 \times 1 \times 25}}$$

$$\Rightarrow 1508 = \frac{T_s - 27}{0.0276 + 0.0318} \Rightarrow T_s = 116.58°C$$

Denklem 3.53'te yerine koyarsak;

$$T(0) = \frac{48000\,(0.1)^2}{4 \times 0.5}(1 - 0) + 116.58 \Rightarrow T(0) = \underline{356.58°C}$$

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.

4-) $\dfrac{d^2\theta}{dx^2} - m^2\theta = 0$ denkleminin genel çözümünün $\theta(x) = C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx}$ olduğunu gösteriniz.

$$\frac{d\theta}{dx} = mC_1 e^{mx} - mC_2 e^{-mx}$$

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = m^2 C_1 e^{mx} + m^2 C_2 e^{-mx}$$

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = m^2\left(C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx}\right)$$

$\Downarrow$

Denklemde yerine yazarsak;

$$m^2\underbrace{\left(C_1 e^{mx} + C_2 e^{-mx}\right)}_{=\theta} - m^2\theta = 0$$

$\Downarrow$ parantezin içine eşit.

$$m^2\theta - m^2\theta = 0$$

$$0 = 0$$

Genel çözüm doğrulanmış oldu.

Çözümler için Arş. Gör. N. Özgür Aydın'a teşekkür ediyorum.