

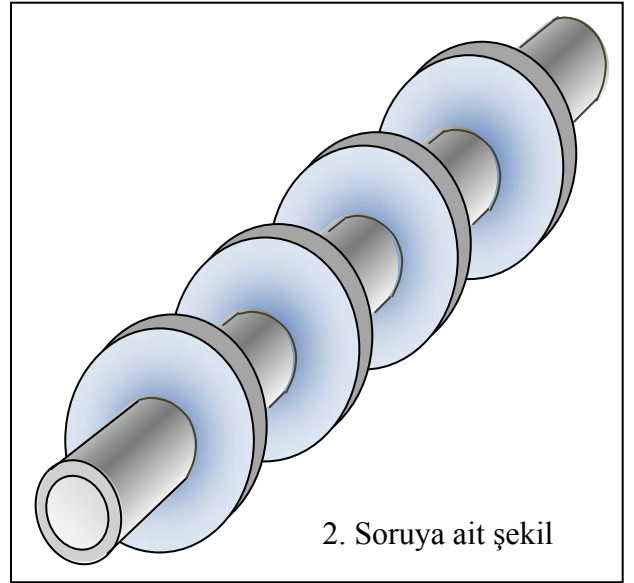
SINAVDA UYMANIZ GEREKEN KURALLAR:

- 1) Her ne amaçla ve hangi düzeyde olursa olsun konuşmak kesinlikle yasaktır.
- 2) Kalem, kalem ucu, silgi, hesap makinesi, kitap, defter vb. şeylerin alış-verişi kesinlikle yasaktır.
- 3) Cep telefonları kesinlikle kapalı (hatsız) olarak, çantanızda veya cebinizde olacaktır.
- 4) Sadece bir kitap açık olabilir. Bunun dışında hiç not açık olmayacaktır.

SORULAR:

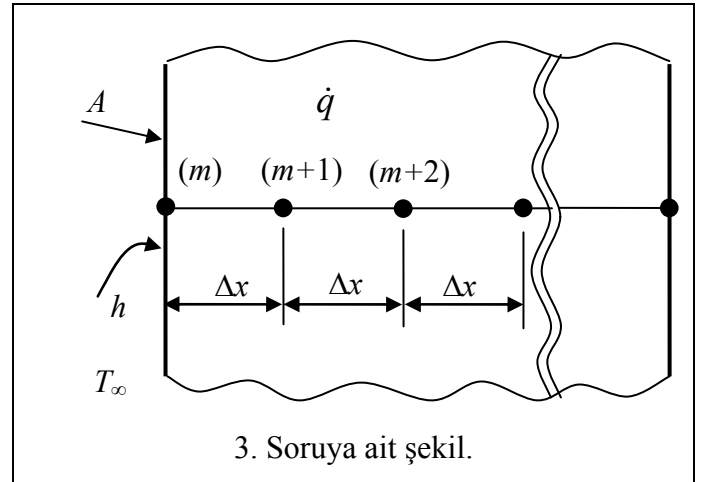
- 1) Çapı 2 mm ($r_o=1$ mm), boyu 40 cm olan bir çelik tel kullanılarak 1500W'lık bir elektrikli hava ısıtıcı yapılacaktır. Telin yüzey sıcaklığının $95\text{ }^\circ\text{C}$ 'yi geçmesi istenmemektedir. Bu çelik tel için ısı iletim katsayısı $12\text{ W/m}\cdot\text{K}$ olarak alınabilir. Buna göre telin orta eksenindeki sıcaklığı hesaplayınız.

- 2) Dış çapı 32 mm, boyu 1 m olan bir boru üzerine 100 adet dikdörtgen kesitli dairesel kanatçık yerleştirilmiştir (Şematik şekli yanda). Kanatçıkların dış çapı 72 mm ve kalınlıkları ise 2 mm'dir. Borunun içinde $100\text{ }^\circ\text{C}$ 'de buhar yoğunlaşmaktadır. Kanat taban sıcaklığı, yaklaşık olarak buharın yoğunlaşma sıcaklığı alınabilir. Kanatçıkların ve borunun dış yüzeyi ile ortam havası arasında ısı taşınım katsayısı $68.5\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ olduğuna göre bu kanatlı borudan $20\text{ }^\circ\text{C}$ 'lik ortama verilen ısıyı hesaplayınız. (Kanat malzemesi karbon çeliğidir, $k=60.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$)



- 3) İçerisinde sabit \dot{q} (W/m^3) ısı üretimi ve dışı açık (A) yüzeyinde taşınım ile ısı transferi olan bir düzlem duvar içinde sürekli rejim koşullarında, bir boyutlu sıcaklık dağılımı vardır. Buna göre yüzeydeki bir (m) noktası için sonlu fark denklemini türetiniz. (Not: Enerji dengesinden hareketle çözüme başlamalısınız.)

- 4) Kalın bir bakalit levha, başlangıçta 300 K sıcaklıkta iken birdenbire $700\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki hava ile temas ettirilmektedir. Hava ile bakalit levhanın yüzeyi arasındaki ısı taşınım katsayısı $28\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ olduğuna göre 5 dakika sonra,



- a) Bakalit levhanın yüzeyindeki sıcaklık kaç $^\circ\text{C}$ olur? (15 puan)

- b) Levha yüzeyinden 21 mm derinlikte sıcaklık kaç $^\circ\text{C}$ olur? (10 puan)
(Bakalit için: $\rho = 1300\text{ kg/m}^3$, $c = 1465\text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $k = 1.4\text{ W/m}\cdot\text{K}$, Tablo A3, Sayfa: 905)

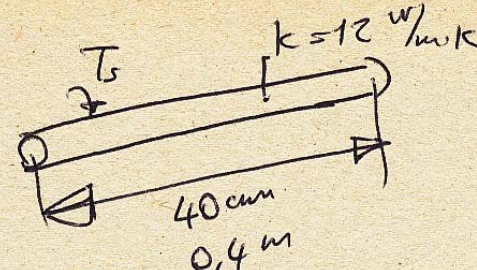
**NOT: 1) Kullanılan Çizelge, Şekil, Formül no.ları, sayfa no.ları ile birlikte yazılmalıdır.
2) Çözümlerde tüm detaylar yazılmalı; yazılar okunaklı, şekiller düzgün olmalıdır.**

***** Her sorunun puanı eşittir.**

CEVAPLAR

1)

4) $r_o = 1\text{mm} = 0,001\text{m}$
 $q = 1500\text{ W}$



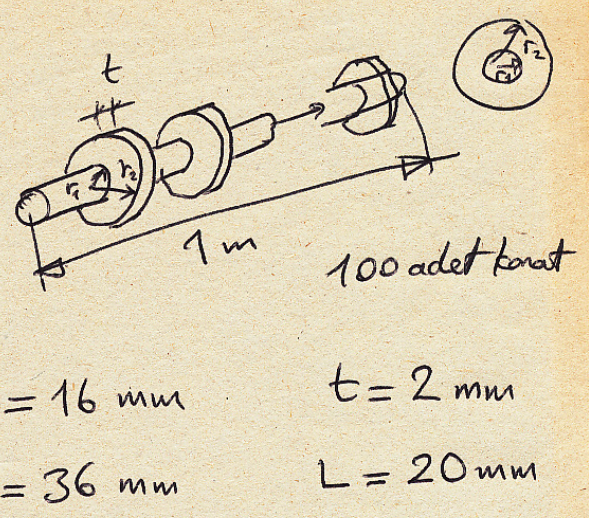
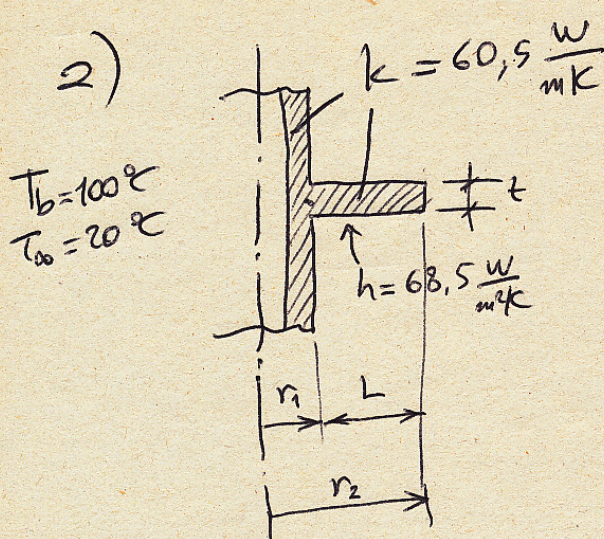
$T(r) = \frac{\dot{q}_o r_o^2}{4k} \left(1 - \frac{r^2}{r_o^2}\right) + T_s$

$r = 0$ 'da $T = T_o = \frac{\dot{q}_o r_o^2}{4k} + T_s$

$\dot{q} = \frac{q}{V} = \frac{q}{\pi r_o^2 \cdot L} = \frac{1500}{\pi (0,001)^2 \cdot 0,4} = 1,19366 \times 10^9$

$T_o = \frac{1,19366 \times 10^9 (0,001)^2}{4 \cdot 12} + 95 = 24,87 + 95 = 119,87$

$T_o \approx 120^\circ\text{C}$



Bir konaktan transfer olan ısı: $q_f = \eta_f \cdot q_{max}$

$$q_{max} = h A_f (T_b - T_\infty)$$

$$A_f = 2(\pi r_2^2 - \pi r_1^2) + 2\pi r_2$$

$$= 2\pi [(r_2^2 - r_1^2) + r_2]$$

$$= 2\pi [(36^2 - 16^2) + 36] =$$

$$= 6760,707 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 6760,707 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$q_{max} = 68,5 \cdot 6760,707 \times 10^{-6} (100 - 20) = 37,04867 \text{ W}$$

$$\eta_f = ? \left\{ \begin{array}{l} L_c \left(\frac{h}{k A_p} \right)^{3/2} \text{ ve } \frac{r_{2c}}{r_1} \\ \left(\frac{h}{k A_p} \right)^{3/2} \end{array} \right. \left. \right\}^{1/2}$$

$$\left(\frac{h}{k A_p} \right)^{3/2} = (0,021) \left(\frac{68,5}{60,5 \cdot 42 \times 10^{-6}} \right)^{3/2}$$

$$= 0,4997 \approx 0,5$$

$$\frac{r_{2c}}{r_1} = \frac{37}{16} = 2,31 \approx 2,3$$

$\eta_f = 0,80$
(Setil 3.19'dan)
(Sayfa: 132)

$$r_{2c} = r_2 + \frac{t}{2}$$

$$r_{2c} = 36 + \frac{2}{2} = 37 \text{ mm}$$

$$L_c = L + \frac{t}{2} = 20 + \frac{2}{2} = 21 \text{ mm}$$

$$A_p = L_c \cdot t = 21 \cdot 2 = 42 \text{ mm}^2$$

$$q_f = \eta_f \cdot q_{max}$$

$$= 0,80 \cdot 37,04867$$

$$q_f \approx 29,64 \text{ W}$$

2-Devam)

100 kanattan çıkan ısı : ~~964~~

$$q_{f.t} = 100 \times 29,64 = 2964 \text{ W}$$

Kanatsız boru yüzeyinde çıkan ısı :

$$\text{Kanatsız boru boyu} = 1000 - 100 \times 2 = 800 \text{ mm}$$

$$A_b = 2\pi r_1 \cdot L_{\text{kanatsız}} = 2\pi \cdot 0,016 \cdot 0,8 = 0,08042 \text{ m}^2$$

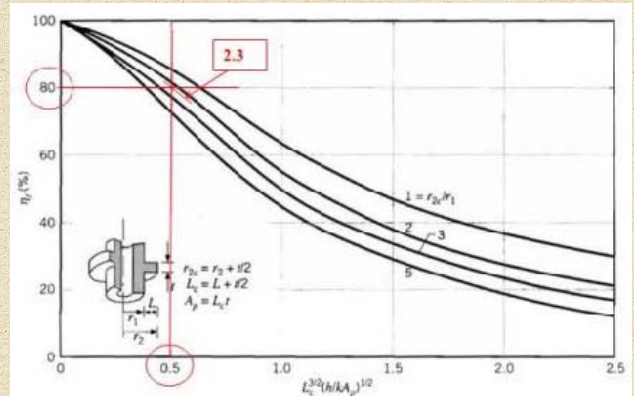
$$q_b = h A_b (T_b - T_\infty) = 68,5 \cdot 0,08042 \text{ m}^2 (100 - 20)$$

$$q_b = 440,07 \text{ W}$$

$$q_t = q_{f.t} + q_b = 2964 + 440,07$$

$$q_t = 3404,7$$

$$q_t \approx 3405 \text{ W}$$



3)

$$\Sigma q_i = 0$$

$$\dot{E}_i = \dot{q}_{iletim} + \dot{q}_{hava}$$

$$\dot{E}_g = \dot{q} dV = \dot{q} A \frac{\Delta x}{2}$$

$$\dot{q}_{iletim} = kA \frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta x}$$

$$\dot{q}_{hava} = hA(T_{\infty} - T_m)$$

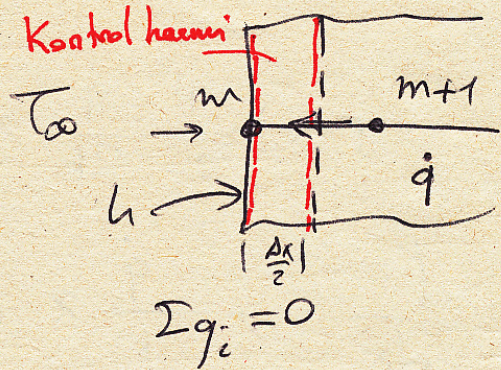
$$kA \frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta x} + hA(T_{\infty} - T_m) = 0$$

$$T_{m+1} - T_m + \frac{h\Delta x}{k}(T_{\infty} - T_m) = 0$$

$$T_{m+1} - T_m + \frac{h\Delta x}{k} T_{\infty} - \frac{h\Delta x}{k} T_m = 0$$

$$T_m \left(\frac{h\Delta x}{k} + 1 \right) = T_{m+1} + \frac{h\Delta x}{k} T_{\infty}$$

$$T_m = \frac{1}{\left(\frac{h\Delta x}{k} + 1 \right)} \left(T_{m+1} + \frac{h\Delta x}{k} T_{\infty} \right)$$

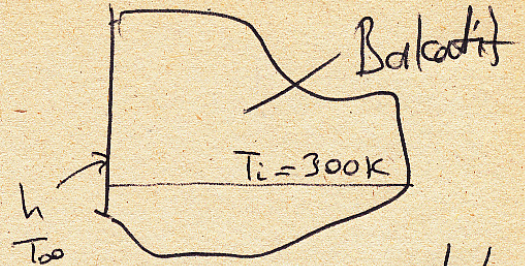


4) $T_i = 300 \text{ K} = 27^\circ \text{C}$

$T_\infty = 700^\circ \text{C}$

$h = 28 \text{ W/m}^2\text{K}$

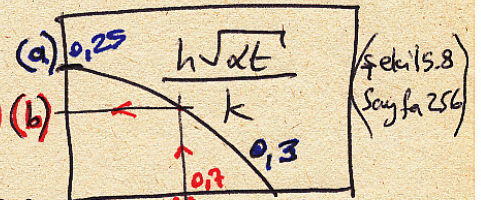
$t = 5 \text{ dakika} = 5 \cdot 60 = 300 \text{ s}$



$\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$
 $c = 1465 \text{ J/kgK}$
 $k = 1.4 \text{ W/mK}$

a) $x=0$ 'da $T=?$

$\alpha = \frac{k}{\rho c} = \frac{1.4}{1300 \cdot 1465} = 7,35 \times 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$



$\frac{h\sqrt{\alpha t}}{k} = \frac{28 \sqrt{7,35 \times 10^{-7} \cdot 300}}{1.4} = 0,297 \approx 0,3$

$\frac{T-T_i}{T_\infty-T_i} = 0,25 \Rightarrow T = 0,25(T_\infty-T_i) + T_i$

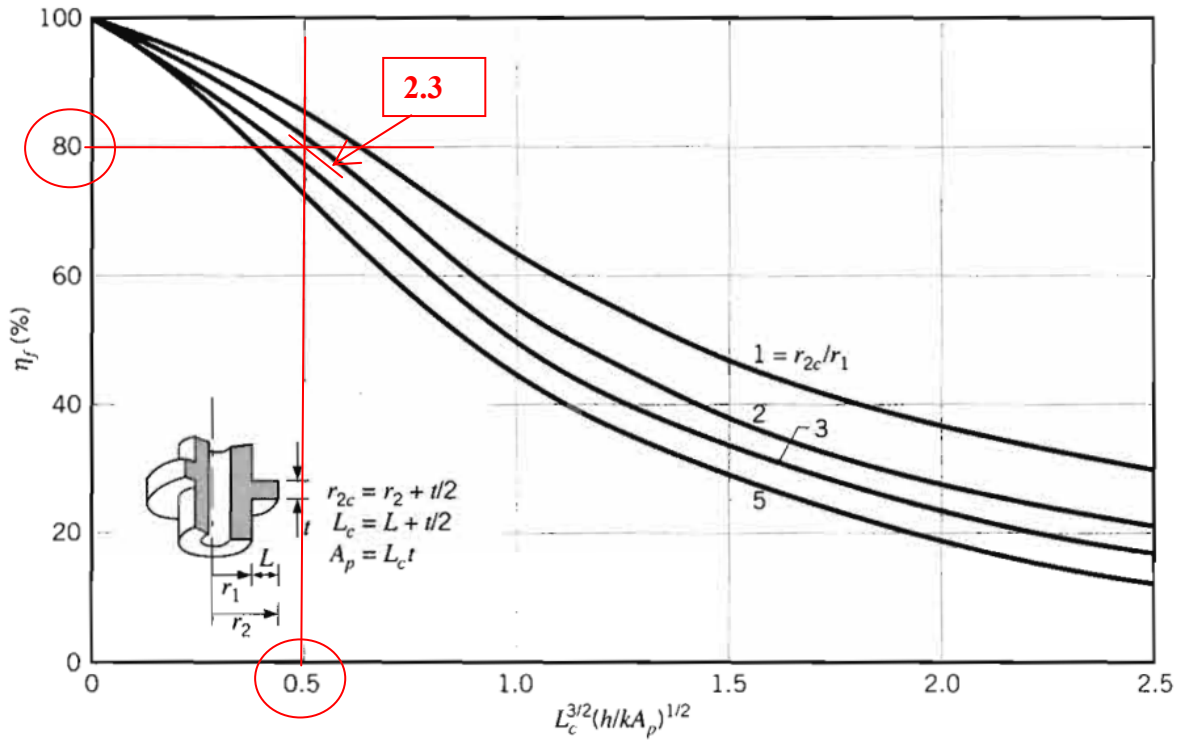
$T = 0,25(700-27) + 27 = 195,25 \Rightarrow T = 195,25^\circ \text{C}$

b) $\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} = \frac{0,021}{2\sqrt{7,35 \times 10^{-7} \cdot 300}} = 0,707 \approx 0,7$

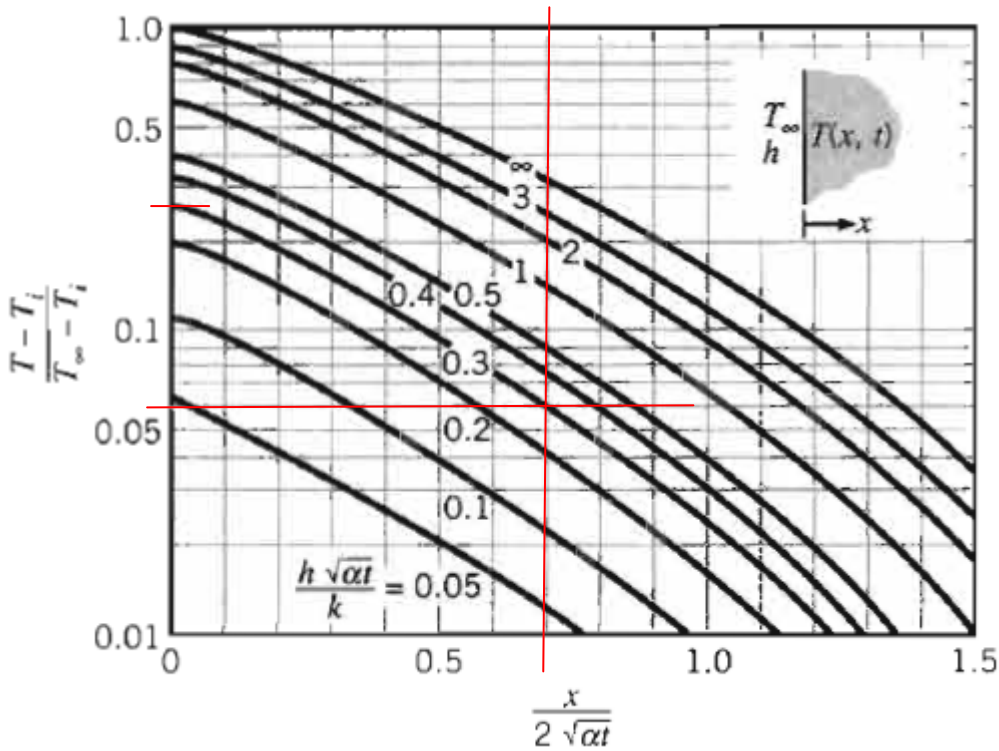
$\frac{h\sqrt{\alpha t}}{k} \approx 0,3$

$\frac{T-T_i}{T_\infty-T_i} = 0,06$
(Şekil 5.8'den)

$T = 0,06(T_\infty-T_i) + T_i = 0,06(700-27) + 27 = 67,38 \Rightarrow T = 67,38^\circ \text{C}$



Şekil 3.19



Şekil 5.8

$$\alpha = k/(\rho \times c) = 1.4/(1300 \times 1465) = 7.35 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$
 $c = 1465 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$
 $k = 1.4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Tablo A3, Sayfa 905