

GENEL SINAV SORULARI:

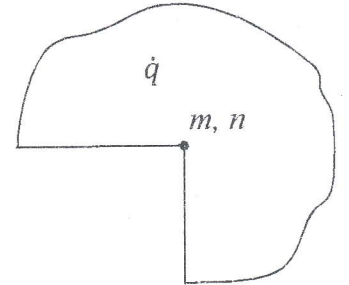
- 1) Kalınlıkları 3 mm olan iki cam tabaka arasında 10 mm kalınlığında durgun hava bulunmaktadır. Binalarda kullanılan böyle bir çift camlı pencerenin iç tarafındaki ortam (oda) sıcaklığı $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ısı taşınım katsayısı $8\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; dış tarafındaki ortam sıcaklığı $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve ısı taşınım katsayısı $22\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 'dir. Verilen bu değerlere göre,
- a) Yüzey alanı 40 m^2 olan pencerelerden geçen ısı miktarını hesaplayınız. (15 puan)
- b) Camın odaya bakan yüzeyindeki sıcaklık kaç $^{\circ}\text{C}$ 'dir? (10 puan)

- 2) 1 mm çapında çok uzun bir nikel tel, 0.2 mm kalınlığında bir elektriksel yalıtkan ile kaplanmıştır. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik bir ortamda bulunan bu telden 10 [A] şiddetinde akım geçtiğinde, kararlı rejim şartlarında, izolasyon maddesinin tel ile temas eden iç yüzey sıcaklığını hesaplayınız. Telin bulunduğu ortam ile izolasyonun dış yüzeyi arasındaki taşınım ısı transferi katsayısı $h = 25\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ve yalıtkan malzemesinin ısı iletim katsayısı $0.965\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ alınabilir. (25 puan)
- Telin öz direnci (ρ) ve L boyu için toplam direnci R_e 'nin hesaplanması için gerekli formül ve açıklaması aşağıda verilmiştir.

$$\rho = 0.07 \left[\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right], \quad R_e = \frac{\rho L}{A} [\Omega]$$

Bu formülde, telin boyu, L metre; kesit alanı A ise mm^2 alınırsa, sonuç ohm (Ω) olmaktadır.

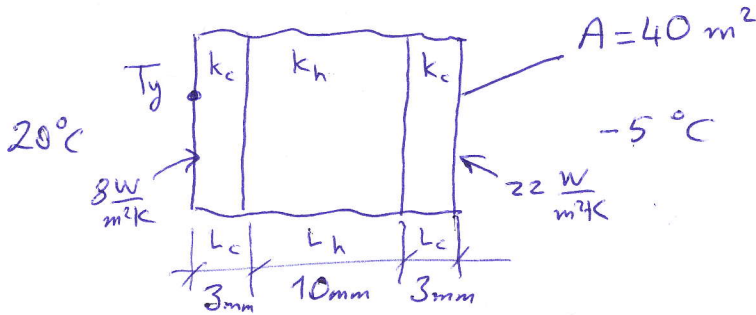
- 3) $D=10\text{ mm}$ çapındaki uzun bir bakır çubuk, ergime noktası $375\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan lehim ile bir duvara tutturulmuştur. Çubuğun çevresindeki ortam sıcaklığının $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, taşınım katsayısının $30\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ olması halinde lehimi eritmeden geçireceği en yüksek ısı miktarı nedir? (25 puan)
- 4) İçinde $\dot{q}\text{ W/m}^3$ düzgün dağılımlı ısı üretimi olan bir cismin, üzerinde taşınım olan iki yüzeyi şekilde görüldüğü gibi birleşmektedir. Buradaki (m, n) iç köşe noktası için sonlu fark denklemini çıkarınız. Cismin ısı iletim katsayısı sabittir ve sürekli rejimde iki boyutlu ısı iletimi söz konusudur. (25 puan)



Ulluzibey

1)

a)



$q = ?$

$k_c = 1.4 \frac{W}{mK}$
 $k_h = 26.3 \times 10^{-3} \frac{W}{mK}$

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{h_i A} + \frac{L_c}{k_c A} + \frac{L_h}{k_h A} + \frac{L_c}{k_c A} + \frac{1}{h_o A}} = \frac{A (T_{\infty,1} - T_{\infty,2})}{\frac{1}{h_i} + 2 \frac{L_c}{k_c} + \frac{L_h}{k_h} + \frac{1}{h}}$$

$$q = \frac{40 (20 - (-5))}{\frac{1}{8} + \frac{0,003}{1.4} \times 2 + \frac{0,010}{0,0263} + \frac{1}{22}} = \frac{1000}{0,125 + 4,2857 \times 10^{-3} + 0,3802 + 0,04545}$$

$$q = \frac{1000}{0,554936} = 1802,01 \text{ W}$$

$q = 1800 \text{ W}$

b)

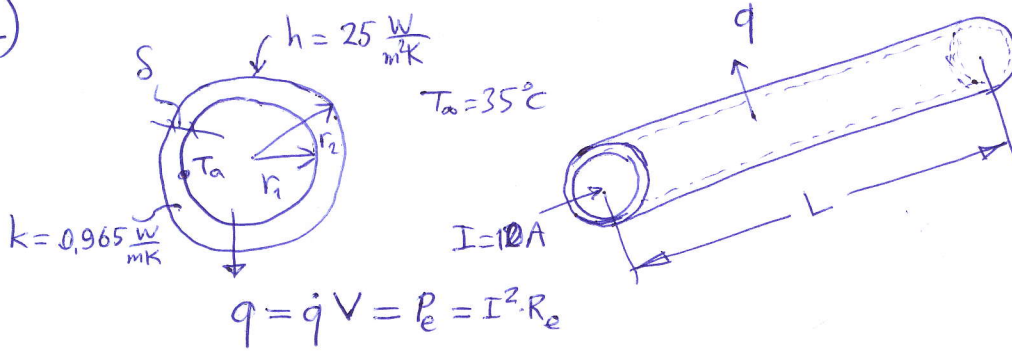
$T_y = ?$

$$q = h_i A (T_{\infty,1} - T_y) \Rightarrow T_y = T_{\infty,1} - \frac{q}{h_i A}$$

$$T_y = 20 - \frac{1800}{8 \times 40} = 20 - 5,63 = 14,37 \text{ }^\circ\text{C}$$

$T_y = 14,37 \text{ }^\circ\text{C}$

2)



$$\rho = 0,07 \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \right]$$

$$R_e = \frac{\rho L}{A} \quad [\Omega]$$

Tel Çapı = 1 mm $r_1 = 0,5 \text{ mm}$ $\delta = 0,2 \text{ mm}$ $r_2 = 0,7 \text{ mm}$ $T_a = ?$

$$q = P_e = I^2 \cdot R_e = 10^2 \frac{0,07 \times L}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow \frac{q}{L} = q' = 10^2 \frac{4 \times 0,07 \times D^2}{\pi}$$

$D = 1 \text{ mm}$

$$q' = 100 \frac{4 \times 0,07 \times 1^2}{\pi} = 8,913 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

Yalıtkan tabakaya geçen ısı birim boyu için

$$q' = 8,913 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

$$q' = \frac{T_a - T_\infty}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi k} + \frac{1}{2\pi r_2 h}}$$

$$8,913 = \frac{T_a - 35}{\frac{\ln\left(\frac{0,7}{0,5}\right)}{2\pi \cdot 0,965} + \frac{1}{2\pi \cdot 0,7 \cdot 25 \times 10^{-3}}}$$

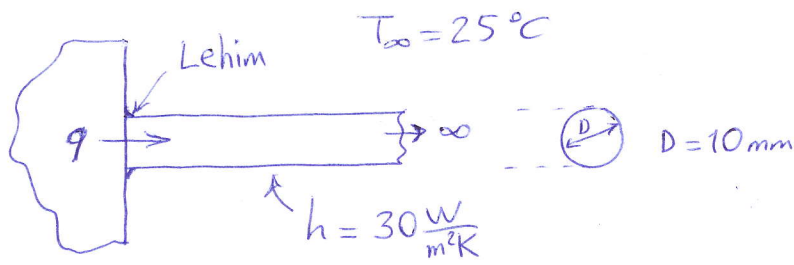
$$8,913 = \frac{T_a - 35}{0,05549 + 9,09457} = \frac{T_a - 35}{9,15006}$$

$$T_a - 35 = 8,913 \times 9,15006 = 81,55 \Rightarrow T_a = 35 + 81,55$$

$$T_a = 116,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_a = 389,55 \text{ K}$$

3)



$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Lehimin} \\ \text{erime} \\ \text{sıcaklığı} \end{array} \right\} = 375^\circ\text{C}$$

$$q_{\text{max}} = ?$$

Çok uzun çubuktan, taban sıcaklığı 375°C 'i geçmeyecek şekilde geçen ısı soruluyor.

$$q_f = \sqrt{hPkA_c} \theta_b \quad \left(\begin{array}{l} 3.80 \\ 5.126 \end{array} \right)$$

$$P = \pi D \quad A_c = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$q_f = \sqrt{h(\pi D)k\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} (T_b - T_\infty)$$

Bakırızim
 $k \approx 388 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$ Tablo A.1, s. 895
 $T_{\text{ort}} = \frac{375 + 25}{2} = 200^\circ\text{C} = 473\text{K}$ için interpolasyon ile.

$$q_f = \sqrt{30(\pi \cdot 0.010) \cdot 388 \frac{\pi 0.01^2}{4}} (375 - 25)$$

$$q_f = \sqrt{0.02872} (350) = 0.16947 \times 350 = 59.315 \text{ W}$$

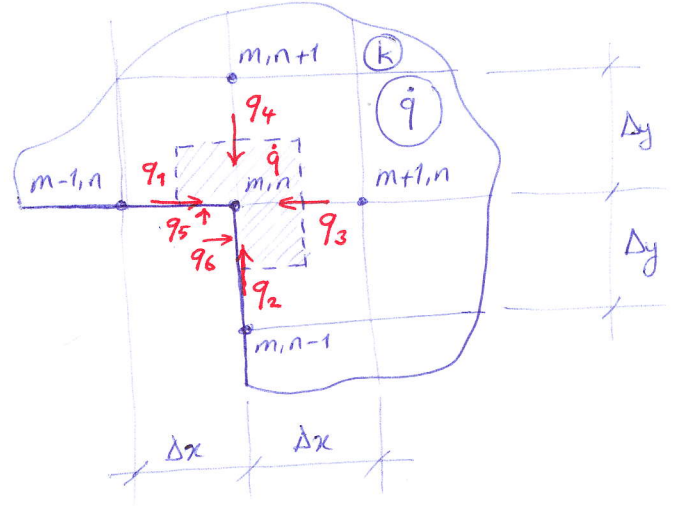
$$q_f = 59.315 \text{ W}$$

4)

(m,n) noktasına ait sonlu fark denklemi?

$$\sum q_i + \dot{q} dV = 0$$

$$\dot{E}_{in} + \dot{E}_g = 0$$



q_1, q_2, q_3, q_4 : iletim ile

q_5, q_6 : taşınım ile

$$\dot{E}_g = \dot{q} (dA \cdot 1) = \dot{q} \left(\frac{3}{4} \Delta x \Delta y \cdot 1 \right) = \dot{q} \left(\frac{3}{4} \Delta x \Delta y \right) = \frac{3}{4} \dot{q} \Delta x \Delta y$$

$$q_1 = k \left(\frac{\Delta y}{2} \cdot 1 \right) \frac{T_{m-1,n} - T_{m,n}}{\Delta x}$$

$$q_2 = k \left(\frac{\Delta x}{2} \cdot 1 \right) \frac{T_{m,n-1} - T_{m,n}}{\Delta y}$$

$$q_3 = k (\Delta y \cdot 1) \frac{T_{m+1,n} - T_{m,n}}{\Delta x}$$

$$q_4 = k (\Delta x \cdot 1) \frac{T_{m,n+1} - T_{m,n}}{\Delta y}$$

$$q_5 = h \left(\frac{\Delta x}{2} \cdot 1 \right) (T_\infty - T_{m,n})$$

$$q_6 = h \left(\frac{\Delta y}{2} \cdot 1 \right) (T_\infty - T_{m,n})$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + \frac{3}{4} \dot{q} \Delta x \Delta y = 0$$

$$k \left(\frac{\Delta y}{2} \right) \frac{T_{m-1,n} - T_{m,n}}{\Delta x} + k \left(\frac{\Delta x}{2} \right) \frac{T_{m,n-1} - T_{m,n}}{\Delta y} + k (\Delta y) \frac{T_{m+1,n} - T_{m,n}}{\Delta x} + k (\Delta x) \frac{T_{m,n+1} - T_{m,n}}{\Delta y} +$$

$$h \left(\frac{\Delta x}{2} \right) (T_\infty - T_{m,n}) + h \left(\frac{\Delta y}{2} \right) (T_\infty - T_{m,n}) + \frac{3}{4} \dot{q} \Delta x \Delta y = 0$$

Kolaylık olması için $\Delta x = \Delta y$ seçilir ve her terim $\left(\frac{k}{2} \right)$ ile bölünürse:

$$2 T_{m-1,n} - 2 T_{m,n} + 2 T_{m,n-1} - 2 T_{m,n} + 2 T_{m+1,n} - 2 T_{m,n} + 2 T_{m,n+1} - 2 T_{m,n} + \frac{h \Delta x}{k} T_\infty +$$

$$\frac{h \Delta x}{k} T_{m,n} + \frac{h \Delta x}{k} T_\infty - \frac{h \Delta x}{k} T_{m,n} + \frac{3}{2} \dot{q} \frac{(\Delta x)^2}{k} = 0$$

$$2 (T_{m+1,n} + T_{m,n+1}) + (T_{m-1,n} + T_{m,n-1}) + 2 \frac{h \Delta x}{k} T_\infty + \frac{2}{3} \frac{\dot{q} (\Delta x)^2}{k} - \left(6 + 2 \frac{h \Delta x}{k} \right) T_{m,n} = 0$$

$$T_{m,n} = \frac{1}{2 \left(3 + \frac{h \Delta x}{k} \right)} \left[2 (T_{m+1,n} + T_{m,n+1}) + (T_{m-1,n} + T_{m,n-1}) + 2 \frac{h \Delta x}{k} T_\infty + \frac{2}{3} \frac{\dot{q} (\Delta x)^2}{k} \right]$$