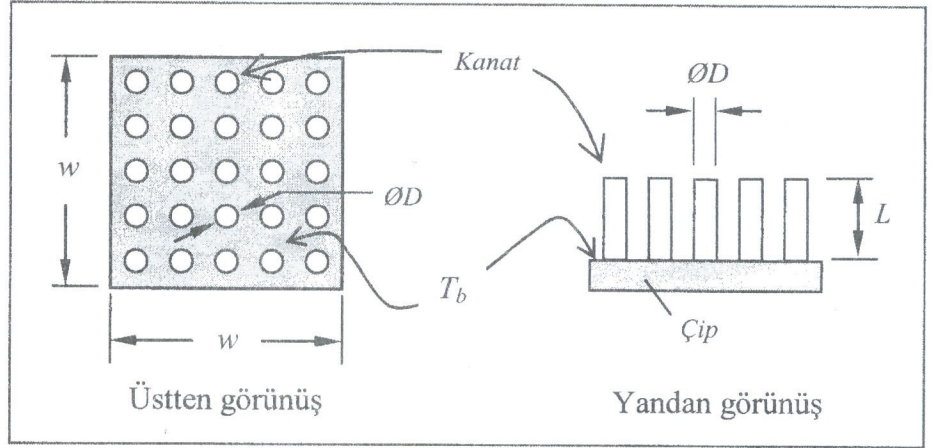


GENEL SINAV SORULARI:

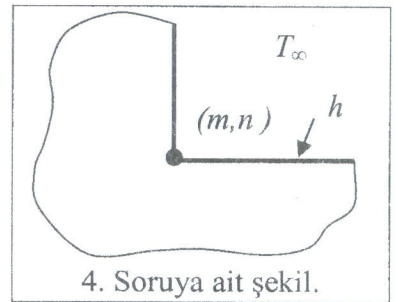
- 1) Bir saç kurutucusunun 1200 W'lık direnç teli 120 cm uzunlukta ve $D = 0.2$ cm çapındadır. Telin birim hacmindeki enerji üretimini W/cm^3 olarak ve telin dış yüzeyinin birim alanından çıkan ısıyı W/m^2 olarak hesaplayınız.
- 2) İç çapı 5 cm, dış çapı 5.5 cm olan bir borudan $T_{\infty,1} = 320$ °C sıcaklıkta buhar akmaktadır. Boru malzemesinin ısı iletim katsayısı $80 W/m \cdot K$ olup, dışına 3 cm kalınlığında cam yünü ile yalıtım yapılmıştır. Cam yünü ısı iletim katsayısı $k = 0.05 W/m \cdot K$ 'dir. Boru iç yüzeyindeki taşınım ısı transfer katsayısı $h_i = 60 W/m^2 \cdot K$, dış yüzeyinde $h_o = 18 W/m^2 \cdot K$ olduğuna göre,
 - a) Borunun birim boyundan, $T_{\infty,2} = 5$ °C'lik dış ortama kaybolan ısıyı hesaplayınız
 - b) Boru cidarı ve yalıtım cidarı boyunca sıcaklık düşümlerini (farklarını) hesaplayınız.

- 3) Elektronik devre elemanı soğutmak amacıyla kanatçıklı bir yüzey üretilecektir. Saf bakırdan 25 adet kanatçığın her biri $D = 3$ mm çapında ve $L = 15$ mm boyunda olacaktır. Kare şeklindeki kanatlı levhanın bir kenarı 25 mm'dir. Kanat taban sıcaklığı ile levha yüzey sıcaklığı aynı olup $T_b = 80$ °C ve ortam sıcaklığı $T_{\infty} = 35$ °C'dir. Taban yüzeyi ve kanatçık yüzeyleri ile ortam arasında ısı taşınım katsayısını $h = 40 W/(m^2 \cdot K)$ olarak,



- a) Kanatçıklı durumda transfer olan ısıyı bulunuz.
- b) Levhadan, kanatsız hal ile kanatlı halde geçen ısı miktarını karşılaştırınız.

- 4) Bir katı parça içinde, şekli yanda verilen (m,n) noktası için sıcaklık hesabında kullanılmak üzere sonlu fark eşitliğini, $\Delta x = \Delta y$ olarak elde ediniz. Yüzeyde taşınım katsayısı h ve ortam sıcaklığı T_{∞} 'dur.



- 5) Bir endüstriyel tesiste, kurutma işlemine tabi tutulacak olan bir ürün, yürüyen bant sistemi ile 30 °C sıcaklıkta iken bir fırına girecektir. Çıkışta sıcaklığın 105 °C olması kuruma işlemi için yeterli olmaktadır. Ürün, 40 mm çapında, 100 mm yüksekliğinde silindirik bir parça olup ısı iletim katsayısı $k = 56 W/(m \cdot K)$ alınabilir. Fırın atmosferi, otomatik kontrol sistemi sayesinde sürekli olarak 115 °C sıcaklıkta sabit tutulmaktadır. Fırın atmosferi ile ürün yüzeyi arasındaki taşınım ısı transferi katsayısı $120 W/(m^2 \cdot K)$ ve fırının boyu 3 m olduğuna göre sistemdeki bantın hızı ne olmalıdır?
Ürün malzemesi için: $C_p = 460 J/(kg \cdot K)$, $\rho = 7800 kg/m^3$

Her soru 20 puandır.

Ulluyibayaz

1) Direnç teli içinde elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşmektedir. Dolayısıyla elektrikal güç telin hacmine bölünürken aynı hacimde üreyen ısı enerjisi bulunmuş olur.

$$\dot{q} = \frac{q}{V} = \frac{P}{V} = \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4} \cdot L}$$

$$P = 1200 \text{ W} \quad D = 0,2 \text{ cm} \quad L = 120 \text{ cm}$$

$$\dot{q} = \frac{1200}{\frac{\pi(0,2)^2}{4} \cdot 120} = 318,31 \Rightarrow \boxed{\dot{q} \approx 318,3 \frac{\text{W}}{\text{cm}^3}}$$

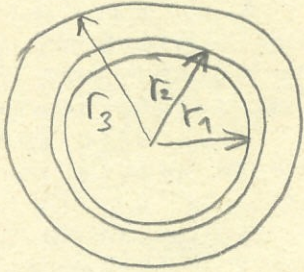
Aynı şekilde

$$q'' = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi D L} = \frac{1200}{\pi \cdot 0,2 \cdot 120} = 15,915$$

$$q'' \approx 15,9 \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}$$

$$\boxed{q'' \approx 15,9 \times 10^4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

2) İçinden buhar akan borudan transfer olan ısı :



$$r_1 = 2,5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 2,75 \text{ cm}$$

$$T_{\infty,1} = 320^\circ\text{C} \text{ Buhar sıcaklığı}$$

$$T_{\infty,2} = 5^\circ\text{C} \text{ Dış ortam sıcaklığı}$$

$$r_3 - r_2 = \delta = 3 \text{ cm (Yalıtım kalınlığı)}$$

$$k_{\text{boru}} = 80 \text{ W/m.K}$$

$$k_{\text{camyünü}} = 0,05 \text{ W/m.K} = k_{\text{cy}}$$

$$h_i = 60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$h_o = 18 \text{ "}$$

a) Birim boydan kaybolan ısı (q') $\frac{\text{W}}{\text{m}}$ nedir?

Isı ve Kütle Geçiriminin Temelleri, Incropera ve DeWitt
Sayfa 99, Eşitlik 3.29 uyarlanarak kullanılabilir.

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_i} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{\text{boru}} L} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_{\text{cy}} L} + \frac{1}{2\pi r_3 L h_o}}$$

Birim boy için:

$$q' = \frac{q}{L} = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\frac{1}{2\pi r_1 h_i} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{\text{boru}}} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_{\text{cy}}} + \frac{1}{2\pi r_3 h_o}}$$

$$R'_1 = \frac{1}{2\pi r_1 h_i} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,025 \cdot 60} = 0,106103 \frac{\text{m.K}}{\text{W}}$$

2 devam)

$$R_2' = \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_{boru}} = \frac{\ln(2,75/2)}{2\pi \cdot 80} = 0,6335 \times 10^{-3} \frac{m \cdot K}{W}$$

$$R_3' = \frac{\ln(r_3/r_2)}{2\pi k_{cy}} = \frac{\ln(5,75/2,75)}{2\pi \cdot 0,05} = 2,34785 \quad "$$

$$R_4' = \frac{1}{2\pi r_3 h_o} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,0575 \cdot 18} = 0,15377 \quad "$$

$$R_{topl}' = \sum R_i' = R_1' + R_2' + R_3' + R_4' \\ = 0,10610 + 0,6335 \times 10^{-3} + 2,34785 + 0,15377$$

$$R_{topl}' = 2,60835 \frac{m \cdot K}{W}$$

$$q' = \frac{320 - 5}{2,60835} = 120,766 \frac{W}{m}$$

$$q' \approx 120,8 \frac{W}{m}$$

b) $\Delta T_{boru} = ?$ $\Delta T_{yalitim} = \Delta T_{cy} = ?$

Silindirik cidarın iki yüzeyi arasında iletimle geçen ısı:

$$q' = \frac{2\pi k \Delta T}{\ln(r_2/r_1)} \Rightarrow \Delta T = \frac{q' \ln(r_2/r_1)}{2\pi k} = q' R'$$

$$\Delta T_{boru} = q' R_{boru}' = q' R_2' = 120,8 \cdot 0,6335 \times 10^{-3} = 0,0765$$

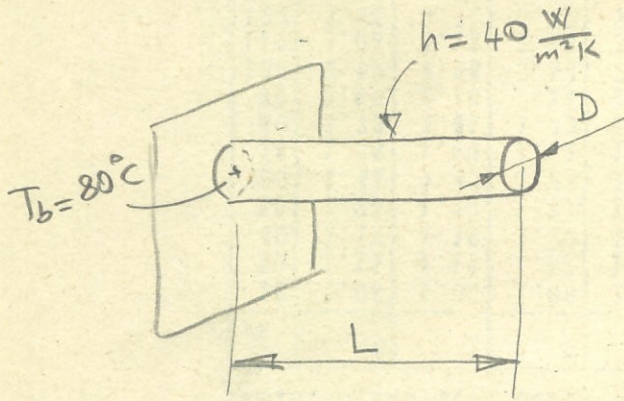
$$\Delta T_{boru} \approx 0,08 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{cy} = q' R_{cy}' = q' R_3' = 120,8 \cdot 2,34785 = 283,62$$

$$\Delta T_{cy} \approx 283,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3) Saf bakırdan 25 adet silindirik kanatlık ve tabanı. Bir kanattan transfer olan ısı bulunup 25 katı alınır ve kanatsız taban alanı için de taşınım ile ısı geçişi hesaplanabilir.

Bir kanattan geçen ısı:



$L = 15 \text{ mm}$
 $D = 3 \text{ mm}$
 $k_{Cu} = 401 \frac{W}{m.K}$
 (300K için)

} Uçundaki sıcaklık ortam sıcaklığından yüksek olabilir.

Kısa kanat kabulüne uygun.
(Uçunda taşınım ile ısı geçişi olan kanat)

Kanattan geçen ısı (3.72) ifadesi ile hesaplanabileceği gibi (3.95) ifadesi ile verim bulunur ve

$q_f = \eta_f \cdot q_{max}$
 ifadesi ile de hesaplanabilir.

$$q_{max} = h A_f \theta_b = h (\pi D L_c) (T_b - T_\infty)$$

$$L_c = L + \frac{D}{4} = 15 + \frac{3}{4} = 15,75 \text{ mm}$$

$$q_{max} = 40 (\pi \cdot 0,003 \cdot 0,01575) (80 - 35) = 0,2672 \text{ W}$$

$$\eta_f = \frac{\tanh mL_c}{m L_c} \quad m = \sqrt{\frac{h P}{k A_c}} = \sqrt{\frac{h (\pi D)}{k (\frac{\pi D^2}{4})}} = \sqrt{\frac{4h}{kD}}$$

$$m = \sqrt{\frac{4 \cdot 40}{401 \cdot 0,003}} = 11,5326$$

$$m L_c = 11,5326 \times 0,01575 = 0,18164$$

3-Devam)

$$\eta_f = \frac{\tanh(0,18164)}{0,18164} = \frac{0,17967}{0,18164} = 0,989$$

$$q_f = \eta_f \cdot q_{\max} = 0,989 \cdot 0,2672 = 0,2643 \text{ W}$$

25 kanattan geçen ısı :

$$q_{f,t} = 25 \cdot q_f = 25 \cdot 0,2643 = 6,6075 \text{ W} \approx 6,61 \text{ W}$$

Kanatsız taban alanından geçen ısı :

$$q_{b,ksiz} = h \cdot A_{b,ksiz} \cdot (T_b - T_{\infty})$$

$$A_{b,ksiz} = w^2 - 25 \frac{\pi D^2}{4} = 25^2 - 25 \frac{\pi 3^2}{4} = 625 - 176,715 = 448,285 \text{ mm}^2 \approx 448,3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$q_{b,ksiz} = 40 \times 448,3 \times 10^{-6} \times (80 - 35) = 0,80694 \text{ W} \approx 0,81 \text{ W}$$

$$q_t = q_{f,t} + q_{b,ksiz} = 6,61 + 0,81 = 7,42 \text{ W}$$

$$q_t = 7,42 \text{ W}$$

b) Hiç kanat olmasaydı aynı yüzeyden geçen ısı :

$$q = h A_b (T_b - T_{\infty}) = h (w)^2 (T_b - T_{\infty})$$

$$q = 40 (25 \times 10^{-3})^2 (80 - 35) = 1,125 \text{ W}$$

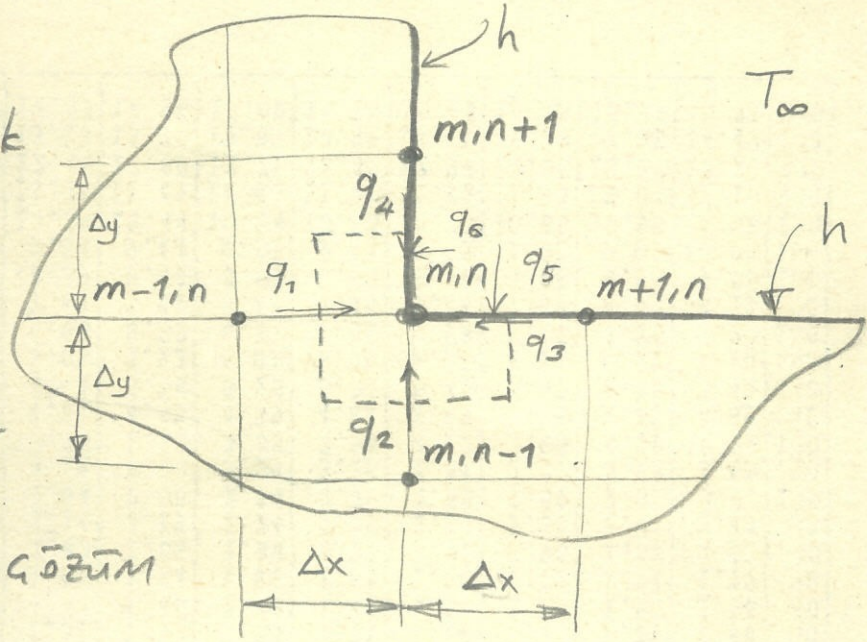
$$q = 1,125 \text{ W}$$

Kanat kullanılmasıyla ısı geçişinde sağlanan artış :

$$\frac{q_t}{q} = \frac{7,42}{1,125} \approx 6,6 \text{ katdır.}$$

4)

$\Delta x = \Delta y$ alınacak
 m, n etrafında
 oluşturalan
 kontrol yüzeyine
 enerji dengesi
 uygulanarak çözüm
 yapılabilir.



$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 0$$

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

$\Delta x = \Delta y$
olduğundan

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

$$q_3 = k\left(\frac{\Delta y}{2} \cdot 1\right) \frac{T_{m+1,n} - T_{m,n}}{\Delta x} = \frac{k}{2}(T_{m+1,n} - T_{m,n})$$

$$q_4 = k\left(\frac{\Delta x}{2} \cdot 1\right) \frac{T_{m,n+1} - T_{m,n}}{\Delta y} = \frac{k}{2}(T_{m,n+1} - T_{m,n})$$

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

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

Her terimi k'ya bölerek hepsini toplarsak:

4 - Deram)

MAK 347 Isi Transferi

7 Ocak 2008
Genel

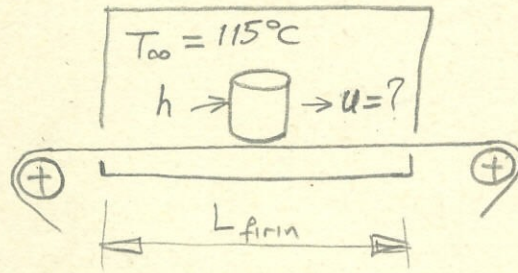
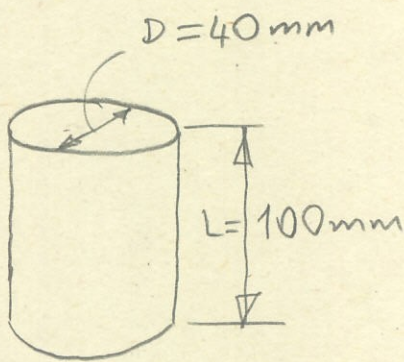
$$(T_{m-1,n} - T_{m,n}) + (T_{m,n-1} - T_{m,n}) + \frac{1}{2}(T_{m+1,n} - T_{m,n}) + \frac{1}{2}(T_{m,n+1} - T_{m,n}) + \frac{h \Delta x}{2k}(T_{\infty} - T_{m,n}) + \frac{h \Delta x}{2k}(T_{\infty} - T_{m,n}) = 0$$

$$T_{m-1,n} - T_{m,n} + T_{m,n-1} - T_{m,n} + \frac{1}{2} T_{m+1,n} - \frac{1}{2} T_{m,n} + \frac{1}{2} T_{m,n+1} - \frac{1}{2} T_{m,n} + \frac{h \Delta x}{k} T_{\infty} - \frac{h \Delta x}{k} T_{m,n} = 0$$

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

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

5)



$$h = 120 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \quad k = 56 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \quad L_{firin} = 3 \text{ m}$$

$$T_{\infty} = 115^{\circ}\text{C} \quad T_i = 30^{\circ}\text{C} \quad T_{son} = 105^{\circ}\text{C}$$

$$c_p = 460 \text{ J/kg}\cdot\text{K} \quad \rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

Cisim içinde sıcaklık barmığı yok (Diğer durumlar işlenmediği için)

$$\frac{T - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = e^{\left(-\frac{hA}{\rho V c_p}\right)t} \quad (T \equiv T_{son})$$

$$A = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} + \pi D \cdot L = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{2} + \pi \cdot 0,04 \cdot 0,1 = 0,01508 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0,04^2}{4} \cdot 0,1 = 1,2566 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$t = -\frac{\rho V c_p}{hA} \cdot \ln\left(\frac{T_{son} - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}}\right)$$

$$t = -\frac{7800 \cdot 1,2566 \times 10^{-4} \cdot 460}{120 \cdot 0,01508} \cdot \ln\left(\frac{105 - 115}{30 - 115}\right) = 533,2 \text{ s}$$

$$t = 533,2 \text{ s} \quad (\text{Ürünün fırında kalması gereken süre})$$

$$\text{Bant hızı } u = \frac{L_{firin}}{t} = \frac{3}{533,2} = 5,63 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$\text{Ya da } t = 8,89 \text{ dakika}$$

$$u = \frac{3}{8,89} = 0,337 \text{ m/dak}$$

$$u \approx 0,34 \text{ m/dak}$$