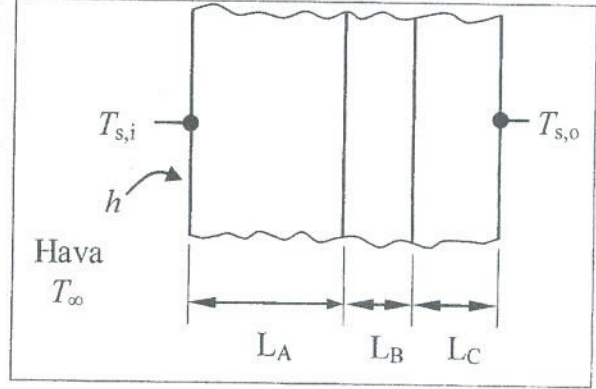


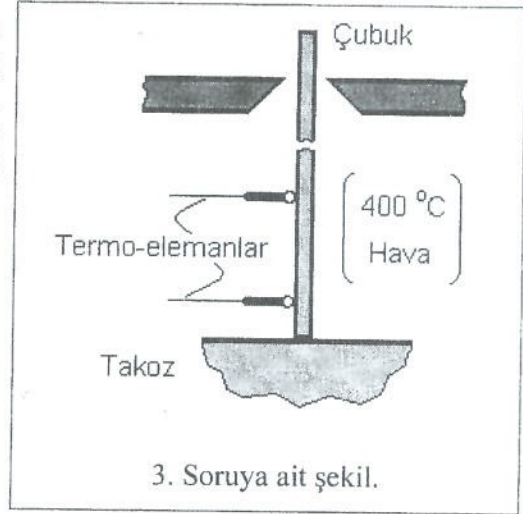
**SORULAR:**

- 1) Bir fırının duvarı üç katmandan oluşmaktadır. İç ve dış katmanların ısı iletim katsayıları,  $k_A = 20$  W/m·K ve  $k_C = 50$  W/m·K, bilinmektedir. Üçüncü katman, B, diğer katmanlar arasında bulunmakta, kalınlığı  $L_B = 0.15$  m olarak bilinmekte fakat ısı iletim katsayısı bilinmemektedir. Sürekli rejimde, ölçümler dış yüzey sıcaklığını  $T_{s,o} = 20$  °C, iç yüzey sıcaklığını  $T_{s,i} = 600$  °C ve fırın içindeki hava sıcaklığını  $T_\infty = 800$  °C olarak göstermektedir. İç taraftaki ısı taşınım katsayısı  $h = 25$  W/m<sup>2</sup>·K olduğuna göre  $k_B$  değeri nedir? (20 puan)



- 2) 0.3 m kalınlığındaki duvarda belirli bir andaki sıcaklık dağılımı  $T(x) = a + bx + cx^2$  olup  $T$  derece Celsius ve  $x$  metre biriminde,  $a = 200$  °C,  $b = -200$  °C/m ve  $c = 30$  °C/m<sup>2</sup> dir. Duvarın ısı iletim katsayısı 1 W/m·K'dir.
- a) Birim yüzey alanı için, duvarın içine ve dışına iletilen ısıyı ve (15 puan)  
b) Duvarda depolanan enerjinin zamanla değişimini belirleyin. (5 puan)

- 3) Uzun bir çubuk, 400 °C sıcaklığındaki bir fırının açıklığından içeri sokularak, fırın içindeki bir metal takozun yüzeyine kuvvetlice bastırılmaktadır. Çubuğun içine takozdan 25 ve 120 mm uzaklıklara yerleştirilmiş olan termo-elemanlar, sırasıyla 325 °C ve 375 °C sıcaklıkları göstermektedir. Takozun sıcaklığı nedir? (20 puan)



- 4) Taşınım olan düz yüzeydeki herhangi bir  $(m,n)$  düğüm noktası için sürekli rejim ve ısı üretimi olamadığı durumda, sonlu fark eşitliğini çıkartınız. Gerekli olan sıcaklıklar, taşınım katsayısı vs gibi büyüklüklerin bilindiğini varsayınız ancak gösterdiğiniz her bir sembolün ne anlama geldiğini yazınız. (10 puan)

- 5) Küre üzerindeki hava akışında ısı taşınım katsayısı, saf bakırdan yapılmış kürenin sıcaklık-zaman değişimi izlenerek bulunacaktır. 12.7 mm çapındaki küre, 27 °C sıcaklıktaki bir hava akışının içine konmadan önce 66 °C sıcaklıktadır. Kürenin hava akışı içine konmasından 69 saniye sonra, kürenin dış yüzeyindeki bir termo-eleman 55 °C sıcaklığını göstermektedir. Herhangi bir anda kürenin her noktasında sıcaklığın aynı olduğunu varsayarak ısı taşınım katsayısını hesaplayınız. (20 puan)

333 K için  
 $k = 338$   
 $\rho = 8937$   
 $C_p = 385 \text{ J/kg}$   
(5.6)

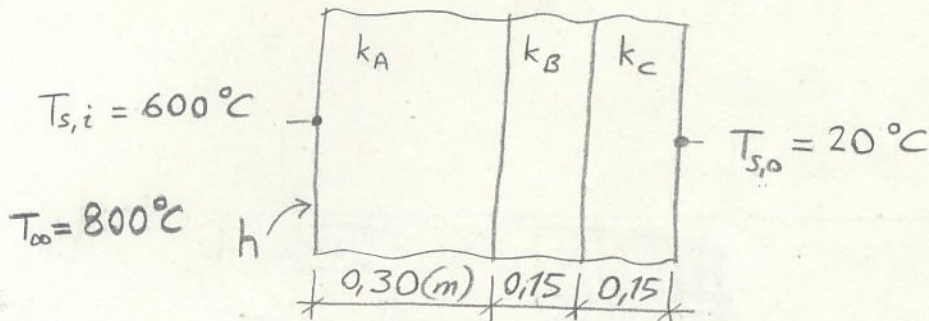
- 6) Asfalt kaldırım sıcak bir yaz gününde 50 °C kadar yüksek bir sıcaklığa erişebilir. Kaldırım bu sıcaklıktayken, birden bire yağın bir sağanak yağmurun yüzey sıcaklığını 20 °C'a indirdiğini varsayın. Yüzeyin 20 °C sıcaklıkta kaldığı 30 dakikalık sürede asfaltın vereceği enerjiyi (J/m<sup>2</sup>) hesaplayınız. (10 puan)

35.3

(5.58)

Ul Ayribay

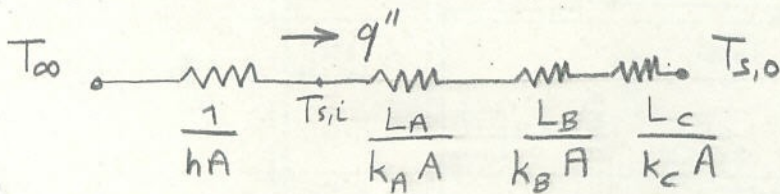
1)



$$k_A = 20 \text{ W/m.K}$$

$$k_C = 50 \text{ W/m.K}$$

$$h = 25 \text{ W/m}^2\text{.K}$$



$$q'' = h(T_{\infty} - T_{s,i})$$

$$q'' = 25(800 - 600) = 5000 \text{ W/m}^2$$

$$q'' = \frac{T_{s,i} - T_{s,o}}{\frac{L_A}{k_A} + \frac{L_B}{k_B} + \frac{L_C}{k_C}} = \frac{600 - 20}{\frac{0,3}{20} + \frac{0,15}{k_B} + \frac{0,15}{50}} = 5000$$

$$\frac{580}{0,018 + \frac{0,15}{k_B}} = 5000 \Rightarrow 0,018 + \frac{0,15}{k_B} = \frac{580}{5000}$$

$$\frac{0,15}{k_B} = 0,116 - 0,018$$

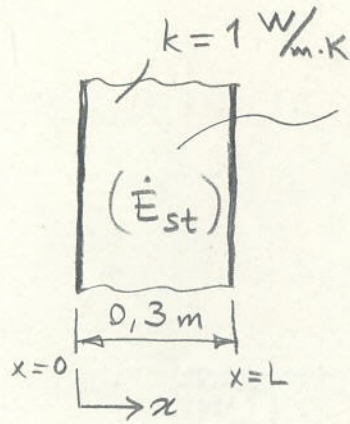
$$\frac{0,15}{k_B} = 0,098$$

$$k_B = 1,5306$$

$$k_B = 1,53 \text{ W/m.K}$$



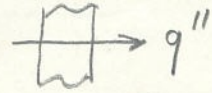
2)



$$T(x) = 200 - 200x + 30x^2$$

$$x=0 \text{ için } T(x) = T(0) = 200 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$x=L \text{ için } T(x) = T(L) = 142,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

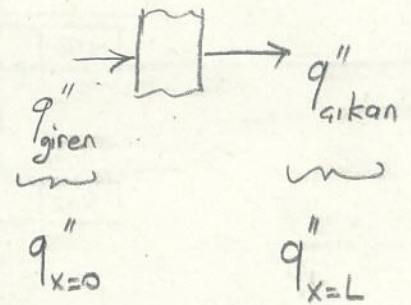


a)

$$q''_x = -k \frac{dT}{dx}$$

$$x=0 \text{ 'da } q''_{x=0} = -k \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=0}$$

$$x=L \text{ 'de } q''_{x=L} = -k \left. \frac{dT}{dx} \right|_{x=L}$$



$$\frac{dT}{dx} = -200 + 60x$$

$$q''_{x=0} = -1 \cdot (-200 + 60 \cdot 0) \Rightarrow q''_{x=0} = 200 \text{ W/m}^2$$

$$q''_{x=L} = -1 \cdot (-200 + 60 \cdot 0,3) \Rightarrow q''_{x=L} = 182 \text{ W/m}^2$$

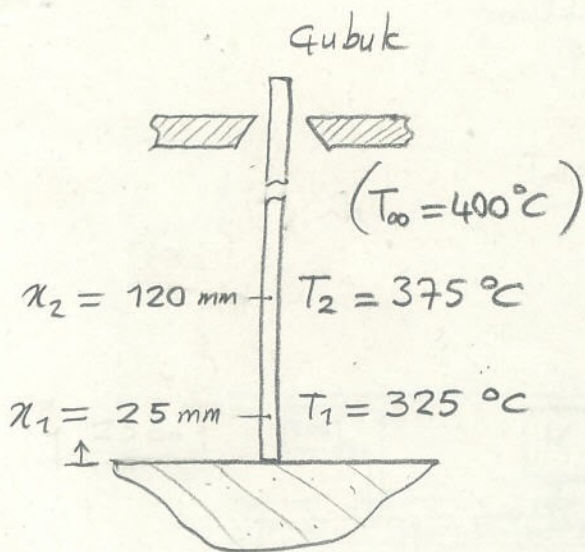
b) Enerji (ısı) dengesi yazılırsa:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{giren} \\ \text{ısılar} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{çıkan} \\ \text{ısılar} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Depolanan} \\ \text{ısı} \end{array} \right\}$$

$$\dot{E}''_g - \dot{E}''_q = \dot{E}''_{st}$$

$$\dot{E}''_{st} = 200 - 182 \Rightarrow \dot{E}''_{st} = 18 \text{ W/m}^2$$

$$\dot{E}''_{st} = 18 \text{ W/m}^2$$



Uzun bir çubuk : Uzun kısıtlılık

$$\theta(x) = \theta_b e^{-mx}$$

$$\theta_b = T_b - T_{\infty}$$

$$\theta(x) = T(x) - T_{\infty}$$

$$\left. \begin{aligned} \theta(x_1) &= \theta_b e^{-mx_1} \\ \theta(x_2) &= \theta_b e^{-mx_2} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Taraf} \\ \text{taraf} \\ \text{bölme} \end{array} \Rightarrow \frac{\theta(x_1)}{\theta(x_2)} = \frac{\theta_b e^{-mx_1}}{\theta_b e^{-mx_2}} = e^{-m(x_1 - x_2)}$$

$$\theta(x_1) = T(x_1) - T_{\infty} = 325 - 400$$

$$\theta(x_2) = T(x_2) - T_{\infty} = 375 - 400$$

$$\frac{325 - 400}{375 - 400} = e^{-m(25 - 120) \times 10^{-3}}$$

$$3 = e^{0,095m} \Rightarrow 0,095m = \ln 3 \Rightarrow m = 11,56$$

$$\theta(x_1) = \theta_b e^{-mx_1} = (T_b - T_{\infty}) e^{-mx_1}$$

$$325 - 400 = (T_b - 400) e^{-11,56 \times 0,025}$$

$$-75 = (T_b - 400) e^{-0,289}$$

$$T_b = \frac{-75}{0,749} + 400 \Rightarrow T_b = 299,866$$

$$T_b \approx 300^{\circ}\text{C}$$



6-

Tablo A-3

Asfalt 300 K için  $\rho = 2115 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 920 \text{ J/kg.K}$   
 $k = 0,062 \text{ W/m.K}$

Yarı Sonsuz Kati, Düzlemde uygundur

$$q_s''(t) = \frac{k(T_s - T_i)}{(\pi \alpha t)^{1/2}}$$

$$Q'' = \int_0^t q_s''(t) dt$$

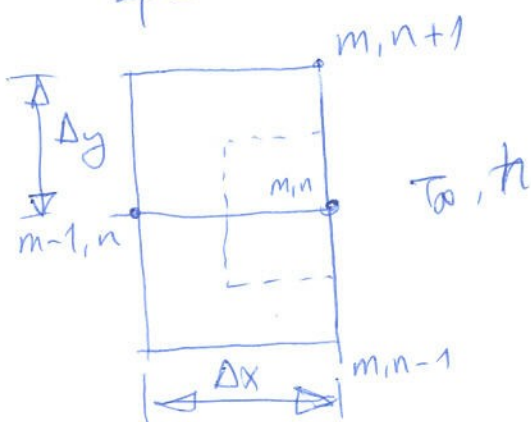
$$= k(T_s - T_i) \int_0^t t^{-1/2} dt = \frac{k(T_s - T_i)}{(\pi \alpha)^{1/2}} \cdot 2 t^{1/2}$$

$$\alpha = \frac{k}{\rho c} = \frac{0,062}{2115 \cdot 920} = 3,18 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

30 dakika için:

$$Q'' = \frac{0,062 (20 - 50)}{(\pi \cdot 3,18 \times 10^{-8})^{1/2}} \cdot 2 (30 \cdot 60)^{1/2} = -4,99 \times 10^5 \text{ J/m}^2$$

4-



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

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

(4.46)