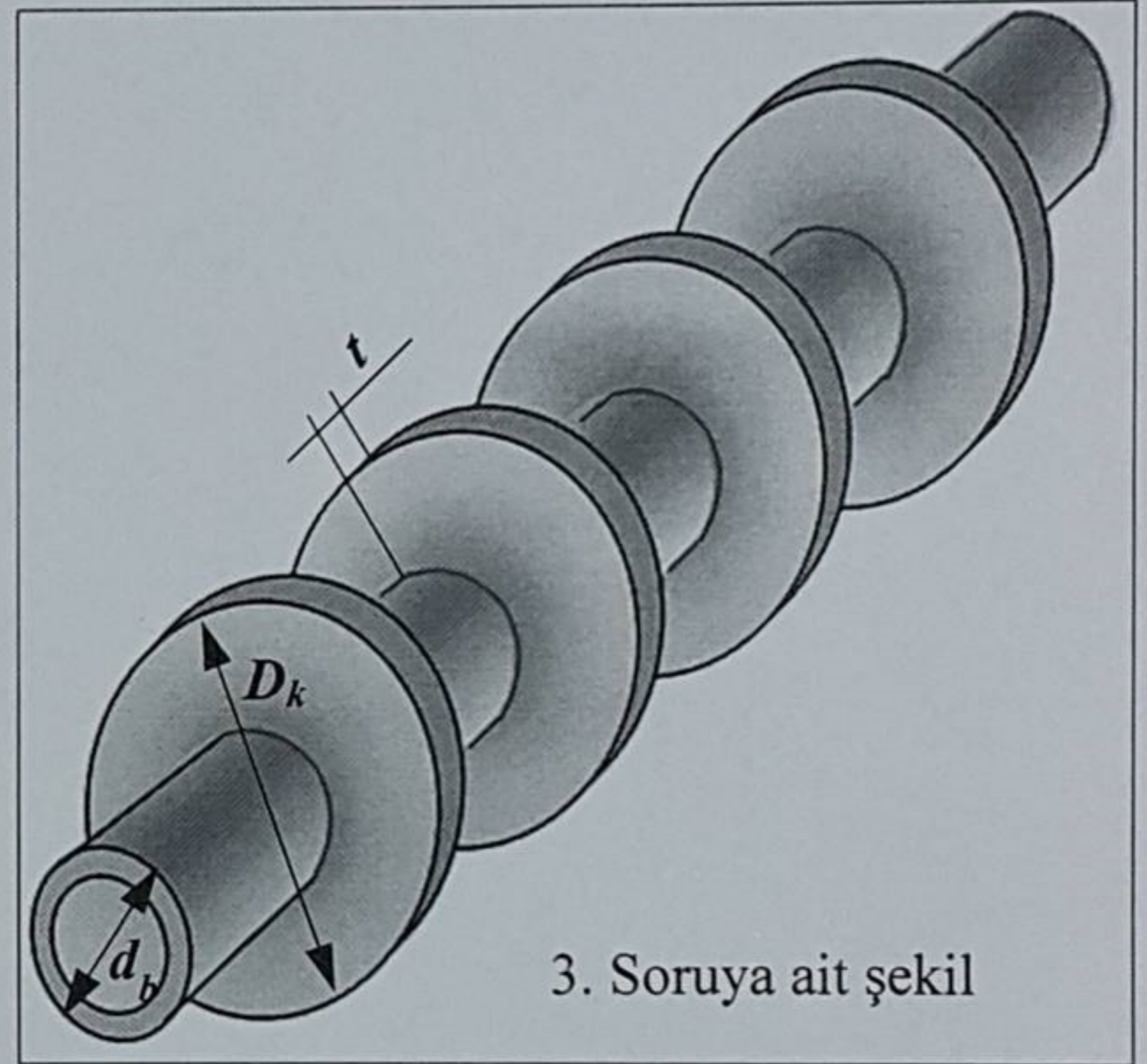


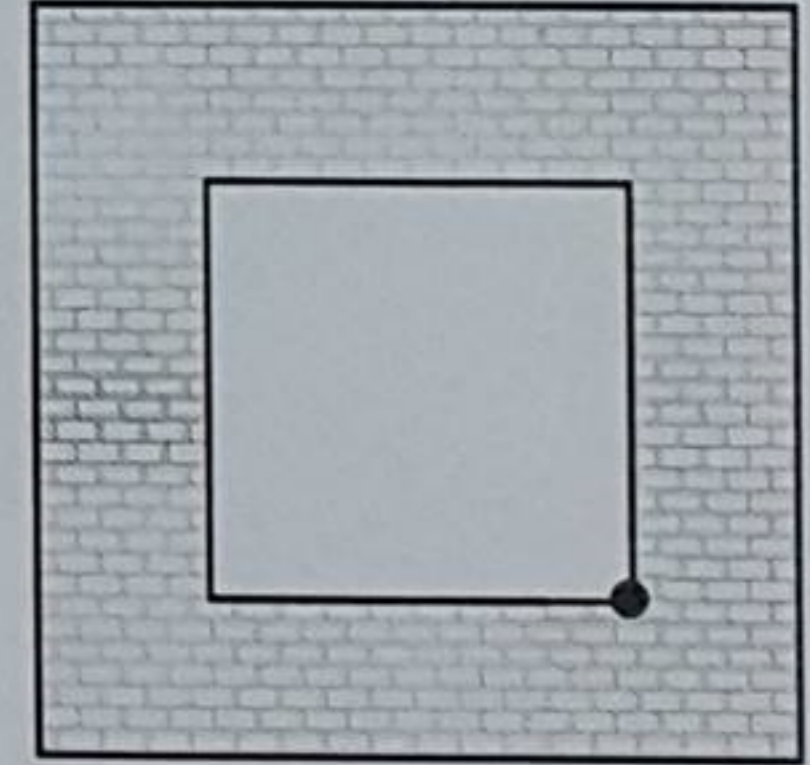
**SORULAR**

- 1) Bir bölgesel ısıtma sisteminde ani ısı talebini karşılamak üzere 6 m çapında ve 20 m yükseklikte bir sıcak su tankı yapılmıştır. Tankın alt yüzeyi özel olarak hazırlanmış bir zemine oturtulmuş olup ısı kaybı ihmal edilecek kadar küçüktür. Tankın yan ve üst yüzeyleri ise dış yüzey sıcaklığı  $27\text{ }^\circ\text{C}$ 'yi geçmeyecek şekilde yalıtılmıştır. Yan ve üst yüzeyde taşınım katsayısı birbirinden farklıdır (Yan yüzeyde  $8\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , üst yüzeyde  $11\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ). Bu bilgilere göre dış ortam sıcaklığını  $-5\text{ }^\circ\text{C}$  kabul ederek, tanktan atmosfere kaybolan ısı miktarını hesaplayınız. **NOT:** Işınım etkileri taşınım katsayıları içine dahil edilmiştir. (30 puan)
- 2) İçinde homojen ısı üretimi olan çok geniş bir düzlem levhanın her iki yüzeyi de mükemmel şekilde yalıtılırsa levha içindeki sıcaklık değişimi nasıl olur? Kısaca açıklayınız. (10 puan)
- 3) İçinde  $100\text{ }^\circ\text{C}$ 'de buhar yoğunlaşmakta olan bir borunun boyu 0.8 m ve dış çapı ( $d_b$ ) 25 mm'dir. Bu borunun dışına 50 adet dikdörtgen kesitli dairesel kanatçık yerleştirilmiştir (şekile bakınız). Her bir kanatçığın dış çapı ( $D_k$ ) 65 mm ve kalınlığı ( $t$ ) 2 mm'dir. Boru dış yüzeyi ve kanatçık taban sıcaklığı, boru içinde yoğunlaşan buharın sıcaklığı ile aynı alınabilir. Kanatçıkların ve borunun dış yüzeyi ile ortam havası arasında ısı taşınım katsayısı  $35\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  olduğuna göre bu kanatlı borudan  $22\text{ }^\circ\text{C}$ 'lik ortama verilen ısıyı hesaplayınız. (Kanat malzemesi karbon çeliğidir,  $k = 62\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ) (30 puan)



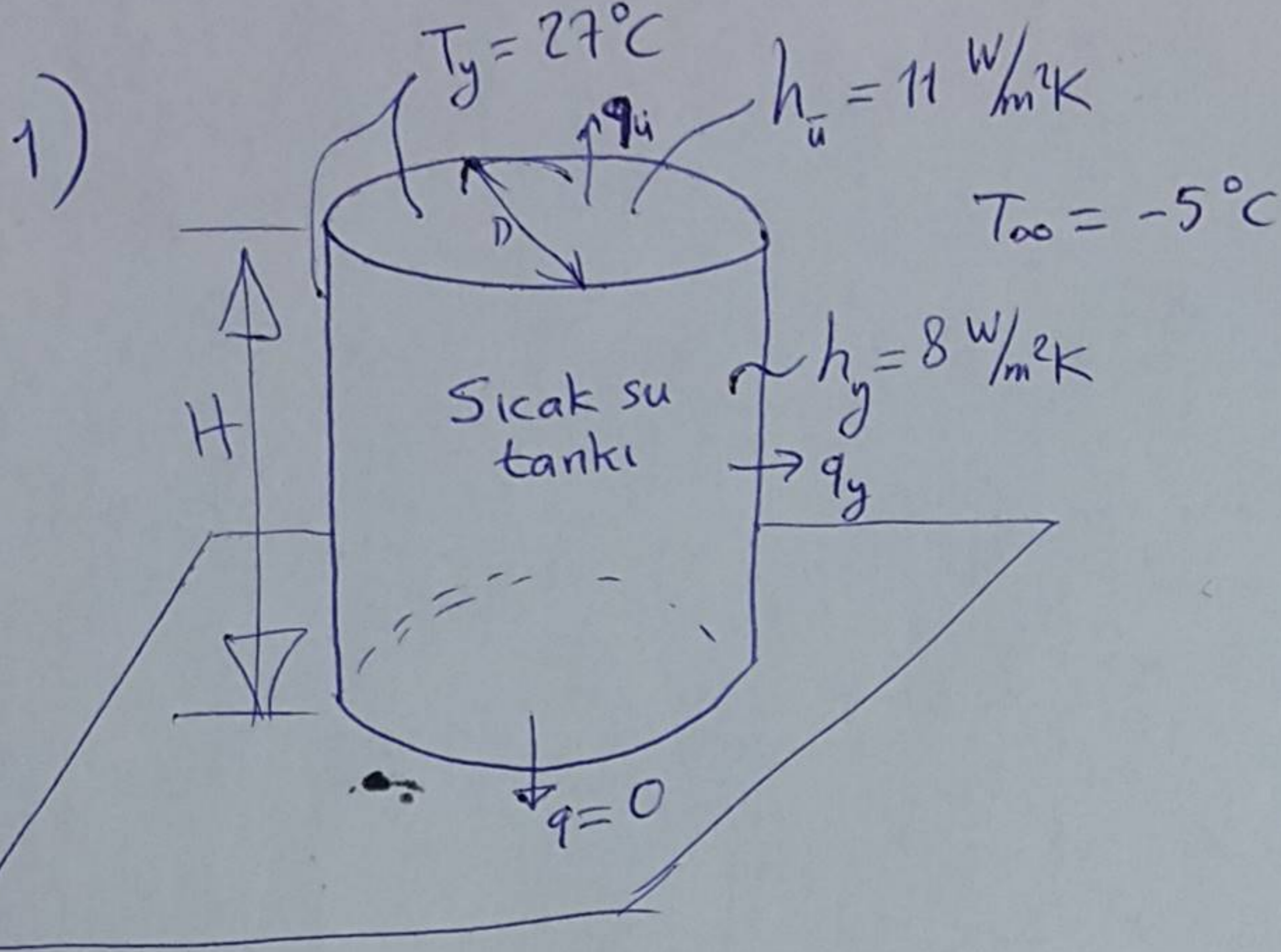
3. Soruya ait şekil

- 4) Şematik şekli yanda görülen ateş tuğlasından yapılmış kalın cidarlı, kare kesitli bir bacanın iç cidarında; sürekli rejimde sıcaklık değerini veren sonlu fark eşitliği çıkartılacaktır. Baca kesitinde gerekli ağ yapısını çizerek, (•) işaretli köşe düğümü için istenen denklemi, tüm ara işlemleri de yazarak çıkartınız. Bu problemde baca malzemesi ısı iletim katsayısı  $k$ , iç yüzey sıcaklığı  $T_{\infty 1}$ , dış yüzey sıcaklığı  $T_{\infty 2}$ , iç yüzeyde taşınım katsayısı  $h_i$ , dış yüzeyde  $h_o$  alınabilir. (15 puan)



- 5) Karbonlu çelikten ( $k = 60\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ,  $c_p = 435\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ,  $\rho = 7830\text{ kg/m}^3$ ) yapılmış, 12 mm çapında ve 20 mm boyunda silindirik parçalar başlangıçta üniform olarak  $25\text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklıkta iken birdenbire  $T_{\infty} = 600\text{ }^\circ\text{C}$ 'lik fırına konulmaktadır. Fırın atmosferi ile parça yüzeyi arasındaki ısı taşınım katsayısı  $75\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  ise,
- a) Parça sıcaklığının  $375\text{ }^\circ\text{C}$  değerine <sup>yükselmesi</sup> ~~düşmesi~~ için fırında kalma süresi kaç saniyedir? (10 puan)
- b) Fırında, bir saatte 3000 adet parça ısıtılıyorsa, bu parçalara verilen ısı miktarı ne kadardır? (5 puan)





$$D = 6 \text{ m}, r = 3 \text{ m}$$

$$H = 20 \text{ m}$$

$$q_{\text{kayıp}} = q_y + q_u$$

$$q_y = h_y A_y (T_y - T_\infty)$$

$$q_u = h_u A_u (T_y - T_\infty)$$

$$A_y = \pi D \cdot H = \pi \times 6 \times 20 = 376.99 \approx 377 \text{ m}^2$$

$$A_u = \pi r^2 = \pi \times 3^2 = 28.274 \text{ m}^2$$

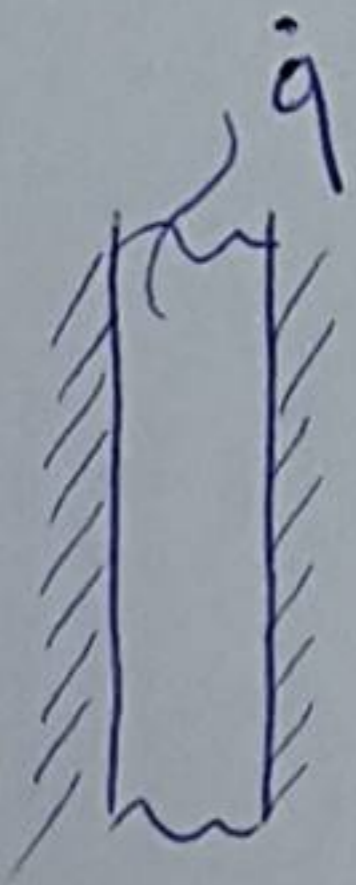
$$q_y = 8 \times 377 (27 - (-5)) = 96512 \text{ W}$$

$$q_u = 11 \times 28.274 (27 - (-5)) = 9952.448 \text{ W} \approx 9952 \text{ W}$$

$$q_t = q_{\text{kayıp}} = 96512 + 9952 = 106484 \text{ W}$$

$$q_{\text{kayıp}} \approx 106.5 \text{ kW}$$

2)



Levhanın her iki yüzeyi de mükemmel yalıtılmış olduğuna göre yani adyabatik olduğuna göre levha içinde üreyen ısı dışarıya atılamayacaktır. Bunun sonucu olarak da levha sıcaklığı sürekli artacaktır.

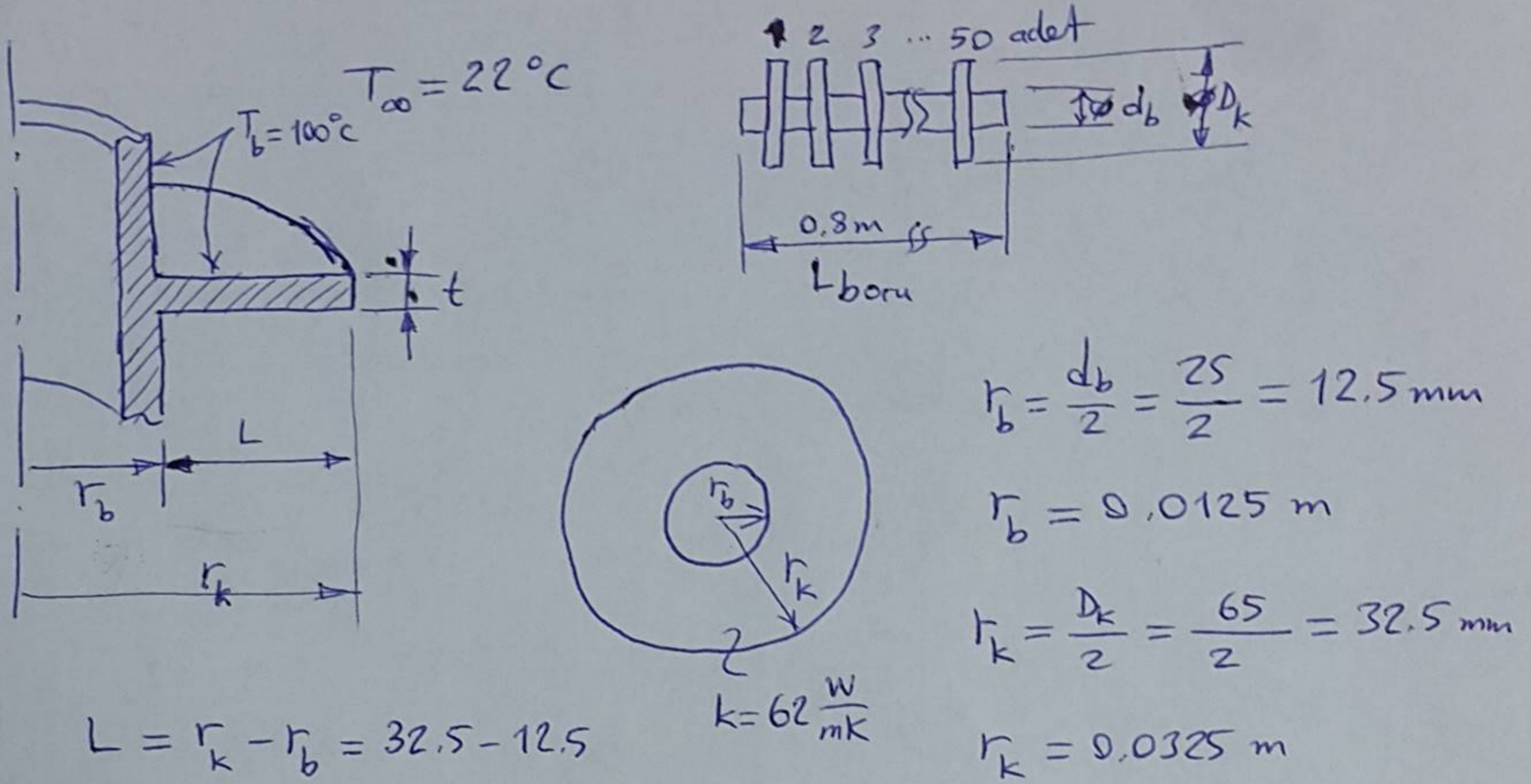
$$\dot{E}_i + \dot{E}_g - \dot{E}_o = \dot{E}_{st}$$

$$\dot{E}_g = \dot{E}_{st}$$

Üreyen enerji iç enerji değişimine (ortışına) sebep olacaktır.



3) Silindirik etrafında dikdörtgen kesitli kanatlar:



$$L = r_k - r_b = 32.5 - 12.5$$

$$L = 20 \text{ mm} = 0.020 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ mm} \quad N = 50 \text{ adet} \quad h = 35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Kanatlı borudan ortama verilen ısı:  $q_t = q_{f,t} + q_b = N \cdot q_f + q_b$

Bir kanattaktan transfer olan ısı  $q_f = \eta_f \times q_{\max}$

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

$$A_f = 2 (\pi r_k^2 - \pi r_b^2) + 2 \pi r_k t = 2 \pi [(r_k^2 - r_b^2) + r_k t]$$

$$A_f = 2 \pi \left[ \underbrace{(32.5^2 - 12.5^2)}_{900} + \underbrace{32.5 \times 2}_{65} \right] = 6063.27 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 6.0633 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

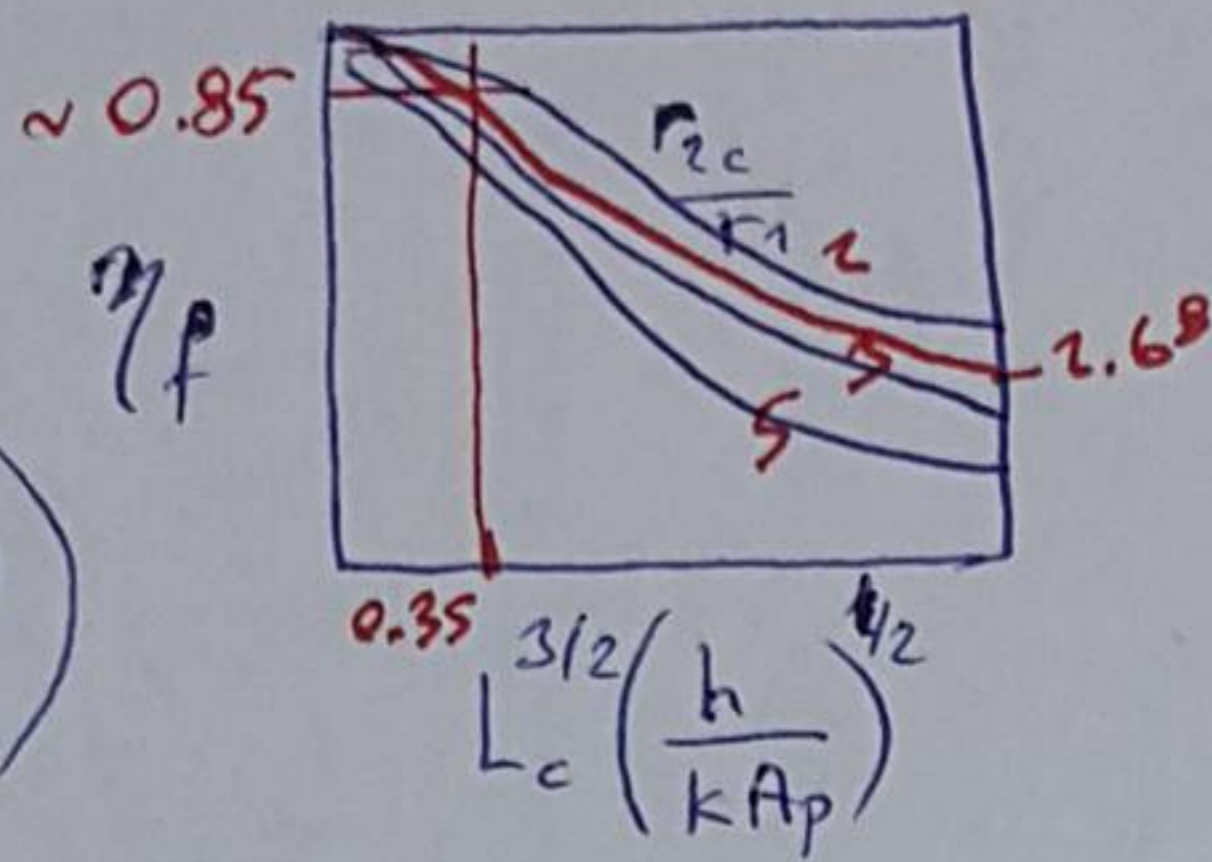
$$q_{\max} = 35 \times 6.0633 \times 10^{-3} (100 - 22) = 16.553 \text{ W}$$

$$q_{\max} = 16.553 \text{ W}$$



3 - Devam)

$\eta_f = ?$



$L_c \left( \frac{h}{k A_p} \right)^{1/2} = ?$

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

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

İncropera (Sabit 3.19 Sayfa 132)  
4. Basım

$L_c \left( \frac{h}{k A_p} \right)^{1/2} = (0.021) \left( \frac{35}{62 \times 42 \times 10^{-6}} \right)^{1/2} = 0.3528 \approx 0.35$

$\eta_f \approx 0.85$

$\frac{r_{2c}}{r_1} = \frac{r_2 + \frac{t}{2}}{r_1} = \frac{r_k + \frac{t}{2}}{r_b} = \frac{32.5 + \frac{2}{2}}{12.5} = \frac{33.5}{12.5} = 2.68$

$q_f = \eta_f q_{\text{max}} = 0.85 \times 16.553 = 14.07 \text{ W}$

$q_f = 14.07 \text{ W}$

$N = 50$  adet kanataktan çıkan ısı  $q_{f,t} = N \cdot q_f = 50 \times 14.07$

$q_{f,t} = 703.5 \text{ W}$

Kanatakların dışında kalın boru yüzeyinden çıkan ısı:

$q_b = h A_b (T_b - T_\infty)$

$A_b = 2\pi r_b (L_{\text{boru}} - N \cdot t) = 2\pi \cdot 0.0125 (0.800 - 50 \times 0.002)$   
 $A_b = 0.05498 \text{ m}^2$

$q_b = 35 \times 0.05498 (100 - 22) = 150.0954 \text{ W}$

$q_b \approx 150.1 \text{ W}$

Boru ve kanatıkların yüzeyinden ortama geçen toplam ısı:

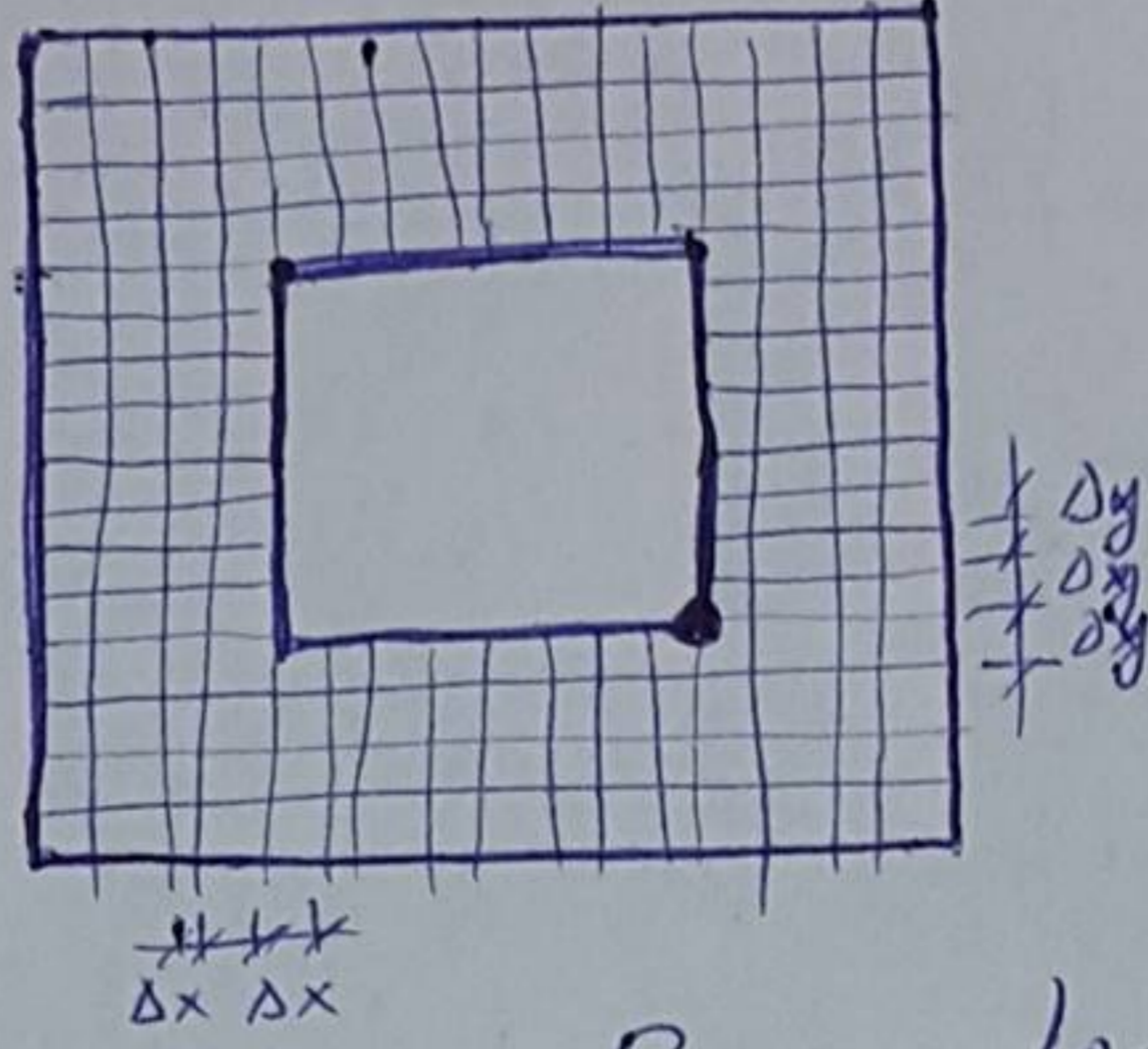
$q_t = q_{f,t} + q_b = 703.5 + 150.1 = 853.6 \text{ W}$

$q_t \approx 854 \text{ W}$



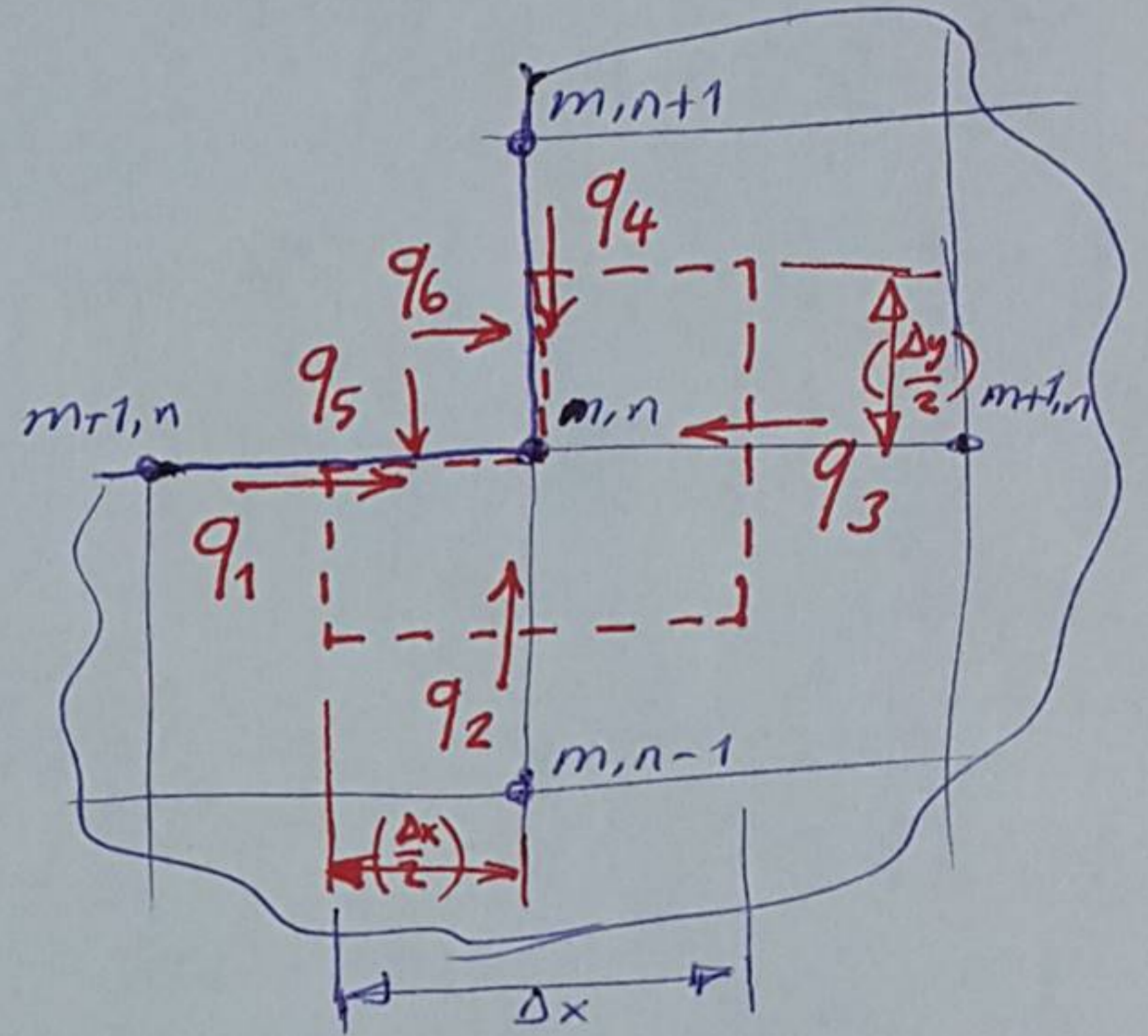
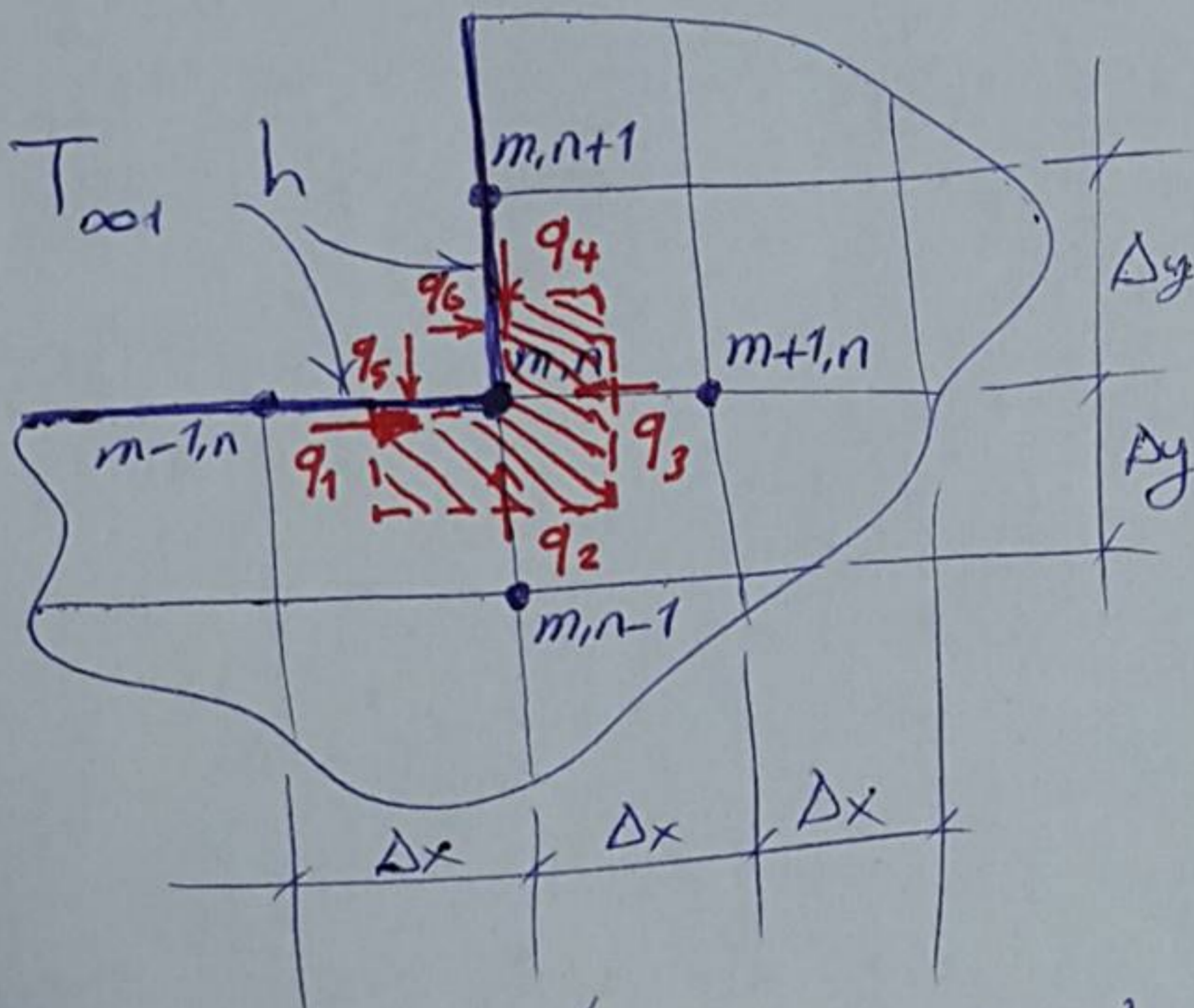
4)

Ağ yapısı :



Şekilde  
stabilir.

(•) İzahatli düğüm izahı: Bütün bir iz köşe düğümüdür.



Kirchoff toplanan akımlar kuralına göre  $\sum_i q_i = 0$

$$\underbrace{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}_{\text{iletim ile}} + \underbrace{q_5 + q_6}_{\text{taşınım ile}} = 0$$

Sırasıyla :

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

NOT : Şekli doğru çizip üzerindeki simgeleri doğru gösteren ve üstteki ısı formüllerinin açık hallerini doğru yazanlar  $T_{m,n} = \dots$  şeklinde sonucu gitmemiş olsalar da tam puan alırlar.

TAM ÇÖZÜM →



4) Devam)

Her term k ile bölünür ve  $\Delta x = \Delta y$  alırsa:

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

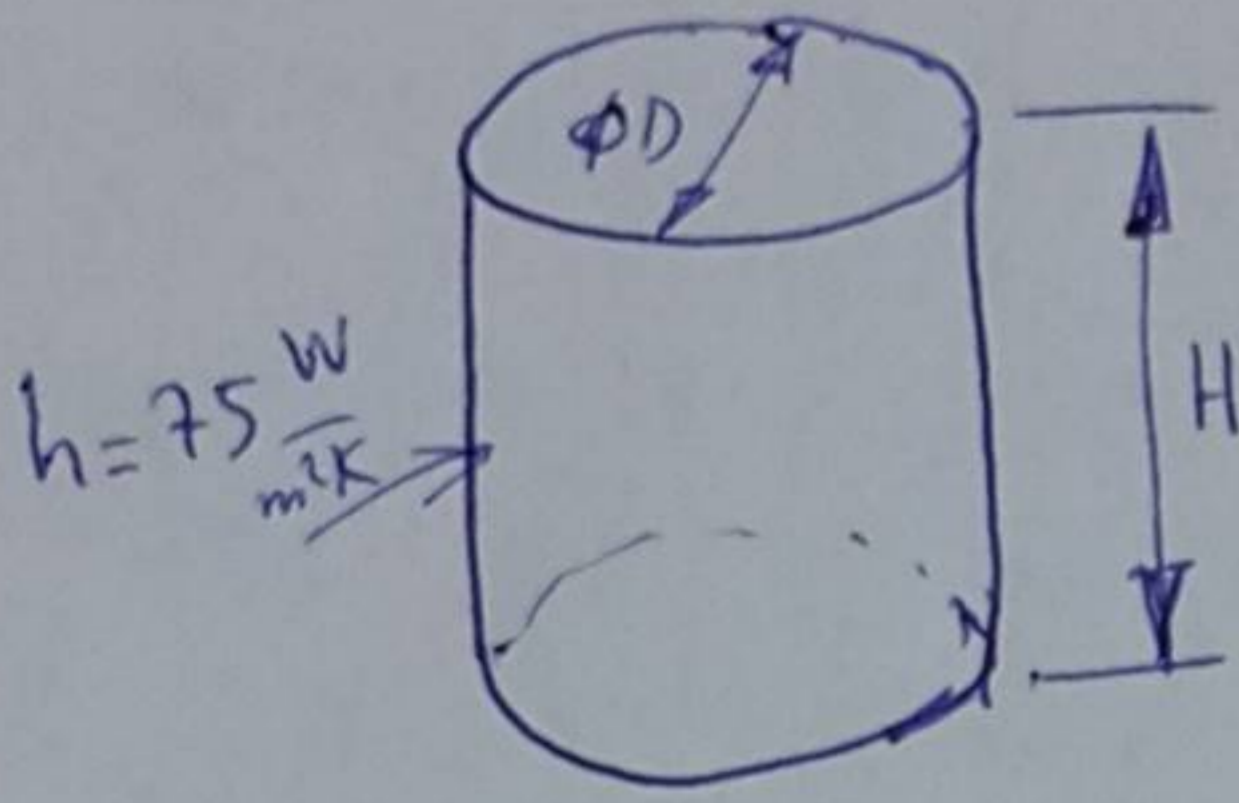
$$\frac{1}{2} T_{m-1,n} + T_{m,n-1} + T_{m+1,n} + \frac{1}{2} T_{m,n+1} + \frac{1}{2} \frac{h \Delta x}{k} T_{\infty} - \frac{2}{2} \frac{h \Delta x}{k} T_{m,n} - 3 T_{m,n} = 0$$

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

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



5) Zamana bağlı ısı iletimi (transferi)...



$$D = 12 \text{ mm} \rightarrow r_o = 6 \text{ mm} = 0.006 \text{ m}$$

$$H = 20 \text{ mm} \quad H = 0.020 \text{ m}$$

$$k = 60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$c_p = 435 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

$$\rho = 7830 \text{ kg/m}^3$$

$$T_i = 25^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 600^\circ\text{C}$$

$$h = 75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

- a)  $T_{\text{son}} = 375^\circ\text{C}$  olması için  $t = ?$   
 b) Saatte 3000 adet parçanın aldığı ısı?

a) Cisim içinde sıcaklık basamağı olup olmadığı kontrolü:

$$Bi = \frac{hL_c}{k} \quad L_c = \frac{V}{A} = \frac{\pi r_o^2 H}{(\pi r_o^2) \times 2 + \pi D \times H} = \frac{2.2619 \times 10^{-6}}{9.8018 \times 10^{-4}} = 2.308 \times 10^{-3}$$

$$V = \pi (0.006)^2 (0.020) = 2.2619 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$A = \pi (0.006)^2 \times 2 + \pi 0.012 \times 0.020 = 9.8018 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$L_c = 2.308 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$Bi = \frac{75 \times 2.308 \times 10^{-3}}{60} = 2.885 \times 10^{-3} < 0.1 \Rightarrow \text{Sıcaklık basamağı yok. Yığık sistem.}$$

$$t = \frac{\rho V c}{h A_s} \ln \frac{\theta_i}{\theta} = \frac{\rho L_c c}{h} \ln \frac{T_i - T_\infty}{T_{\text{son}} - T_\infty}$$

$$t = \frac{7830 \times 2.308 \times 10^{-3} \times 435}{75} \ln \frac{25 - 600}{375 - 600} = 104.8155 \times 0.9383$$

$$t = 98.35 \text{ s}$$

b) Bir parçanın aldığı ısı:

$$Q = m c \Delta T = \rho V c (T_{\text{son}} - T_i) = 7830 \times 2.2619 \times 10^{-6} \times 435 (375 - 25)$$

$$Q = 2696.45 \text{ joule}$$

3000 adet parçanın aldığı ısı:

$$Q_t = N \times Q = 3000 \times 2696.45$$

$$Q_t = 8089352 \text{ joule}$$