

SORULAR

1) İçinde kimyasal madde depolanacak olan paslanmaz çelikten 27 m^3 hacminde bir tank yapılacaktır (Çelik için ısı iletim katsayısı $56 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 'dir.) Tankın dış yüzeyinden çevreye olan ısı transferinin mümkün olduğu kadar az olması istenmektedir. Tankın dış yüzeyindeki ısı taşınım katsayısı ve çevre ile sıcaklık farkının aynı kaldığını kabul ederek,

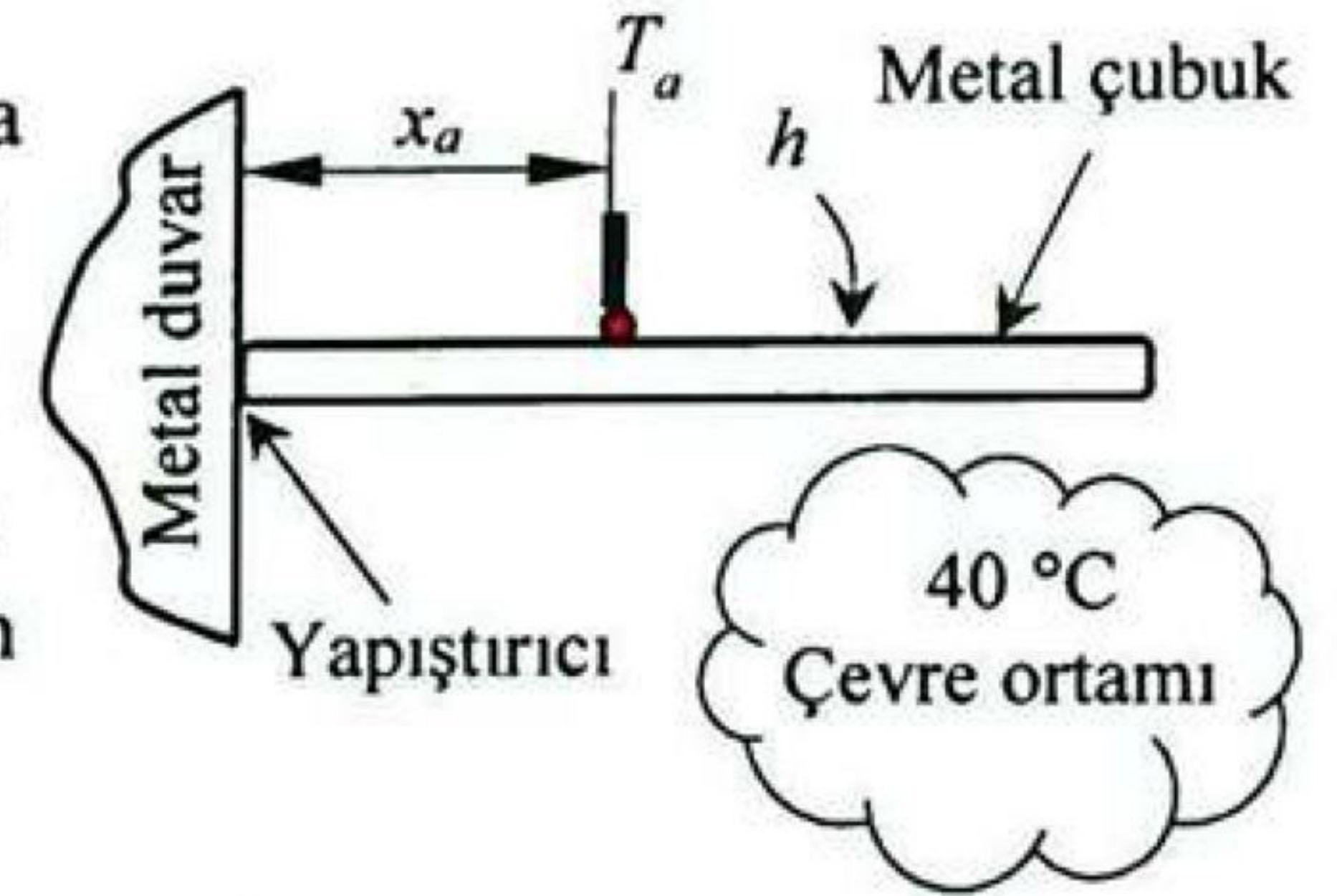
- a) İstenen tank; bir kenarı a kadar olan bir küp mü, yarıçapı r kadar olan bir küre mi olmalıdır? (5 p)
 b) Atmosfer havası sıcaklığının ise $35 \text{ }^\circ\text{C}$ olduğu bir günde tankın dış yüzey sıcaklığı $55 \text{ }^\circ\text{C}$ ise tankın dış yüzeyinden atmosfere doğal taşınım ile geçen ısı miktarı ne kadardır? Dış yüzey ile hava arasındaki ısı taşınım katsayısı $25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ olarak alınabilir. (20 puan)

(NOT: Bu problem için tank içindeki maddenin ne olduğu ve basıncı önemli değildir.)

2) İçerisinde üniform olarak $1.2 \times 10^5 \text{ W/m}^3$ değerinde ısı üretimi olan 4 cm kalınlığında çok geniş bronz bir plakanın ($k=52 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) $x=0$ 'daki yüzeyi yalıtılmış (adyabatik), $x=L$ 'deki yüzeyi ise $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 'lik bir akışkan ile temas halindedir. Akışkan ile yüzey arasında taşınım ile ısı transfer katsayısı $45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 'dir. Buna göre,

- a) Levhanın birim yüzeyinden akışkana geçen ısıyı bulunuz. (10 puan)
 b) Levhanın yalıtılmış yüzeyindeki sıcaklığını bulunuz. (10 puan)
 c) Levha içindeki sıcaklık değişim eğrisini şematik olarak gösteriniz. (5 puan)

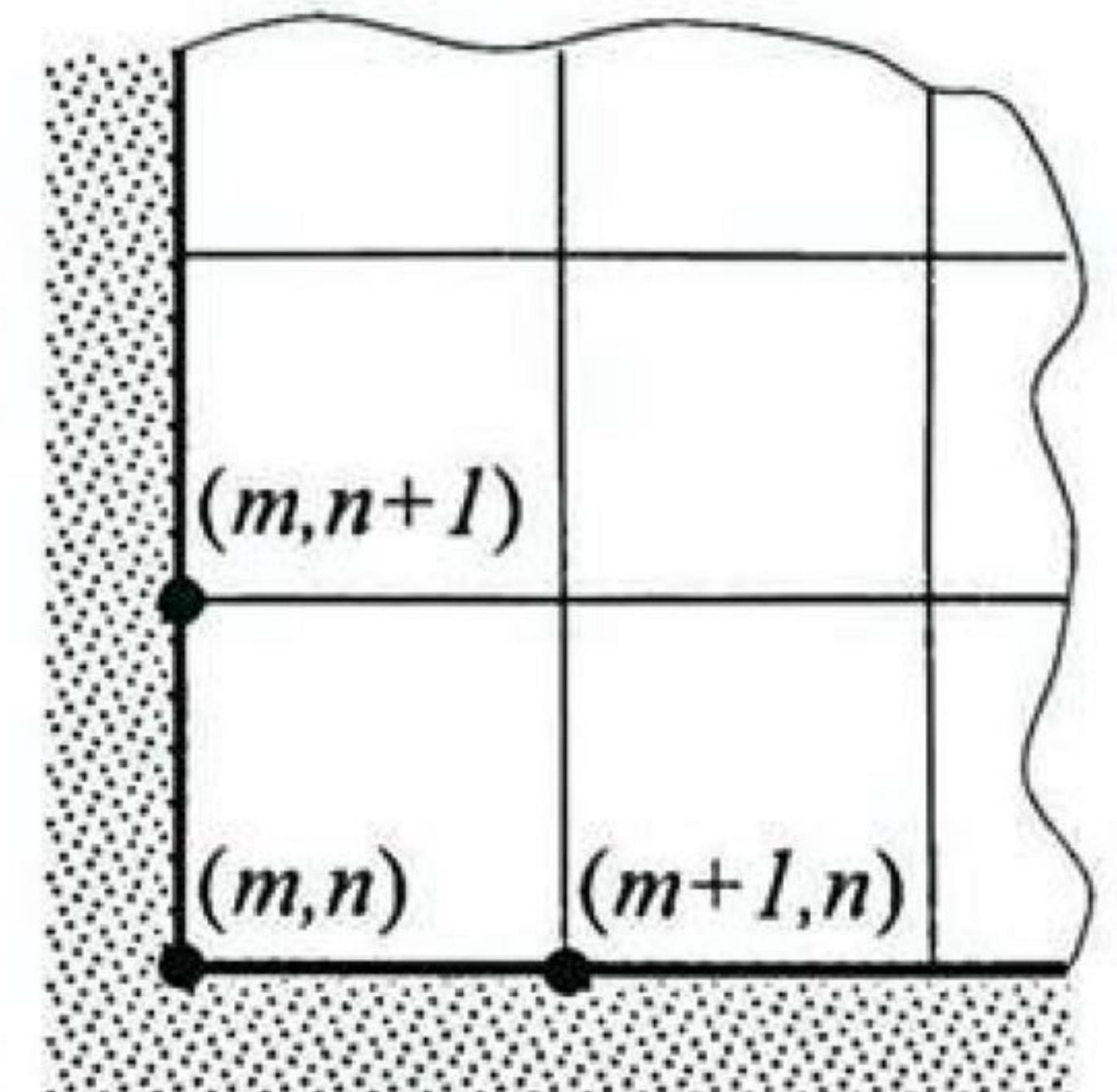
3) Dairesel kesitli uzun bir metal çubuk, metal yapıştırıcı ile bir metal duvara yapıştırılmıştır. Yapıştırıcının $200 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklığa kadar dayanıklı olduğu bildirilmişse de kopmamasını garanti etmek için bu sıcaklığın %90'ından daha yüksek sıcaklığa çıkılmaması istenmektedir (yandaki şekil). Kontrol için çubuk üzerinde, metal duvardan itibaren $x_a=100 \text{ mm}$ mesafedeki sıcaklık takip edilecektir. Çubuğun çapı $D=6 \text{ mm}$, ısı iletim katsayısı $18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ve taşınım katsayısı $35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ olduğuna göre,



- a) Buna göre T_a sıcaklığı kaç $^\circ\text{C}$ 'dir? (10 puan)
 b) Çubuktan çevreye geçen ısı ne kadardır? (10 puan)

(NOT: İki metal arasında yapıştırıcıdan kaynaklanan ısıl temas direnci yok sayılacaktır.)

4) Yandaki şekilde görülen (m,n) noktasının bulunduğu köşenin alt ve sol yüzeyi simetri eksenine olduğuna (adyabatik yüzey) göre; sürekli rejimde, içinde ısı üretimi olmayan durumda bu nokta için sıcaklık değerini veren sonlu fark eşitliğini tüm ara işlemleri yazarak çıkartınız. (15 puan)



5) Saf bakırdan ($k=240 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $c_p=950 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $\rho=2702 \text{ kg/m}^3$) yapılmış, 9 mm yarıçapında ve $30 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki küresel bilyalar, hareketli bir bant üzerinde, $T_\infty=240 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki fırına girmekte ve sıcaklıkları $135 \text{ }^\circ\text{C}$ 'a ulaştığında fırını terk etmektedirler. Bilya yüzeyindeki ısı taşınım katsayısı $200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ise,

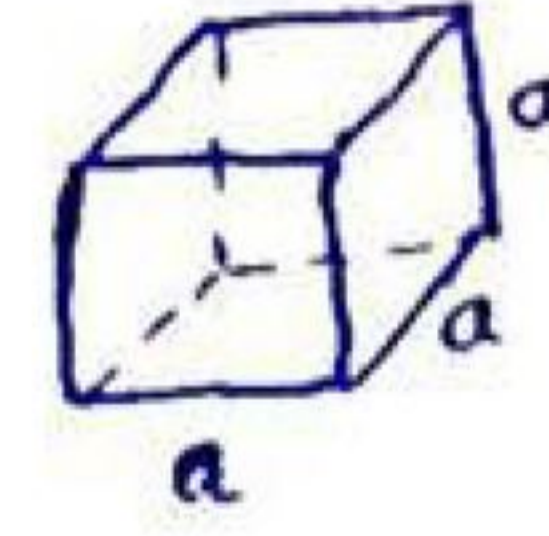
- a) Bilyaların fırından geçişi kaç saniye sürmelidir? (10 puan)
 b) Fırın içinde, bant hızının $v=1.5 \text{ m/s}$ olması için fırın boyu kaç metre olmalıdır? (5 puan)

0.1

Ulluzbay
Mustafa Eyriboyun

- 1) $V=27 \text{ m}^3$ çelik tank. Dış yüzeyinden transfer olan ısının az olması isteniyor.

- a) Tank küp mü, küre mi olsun?



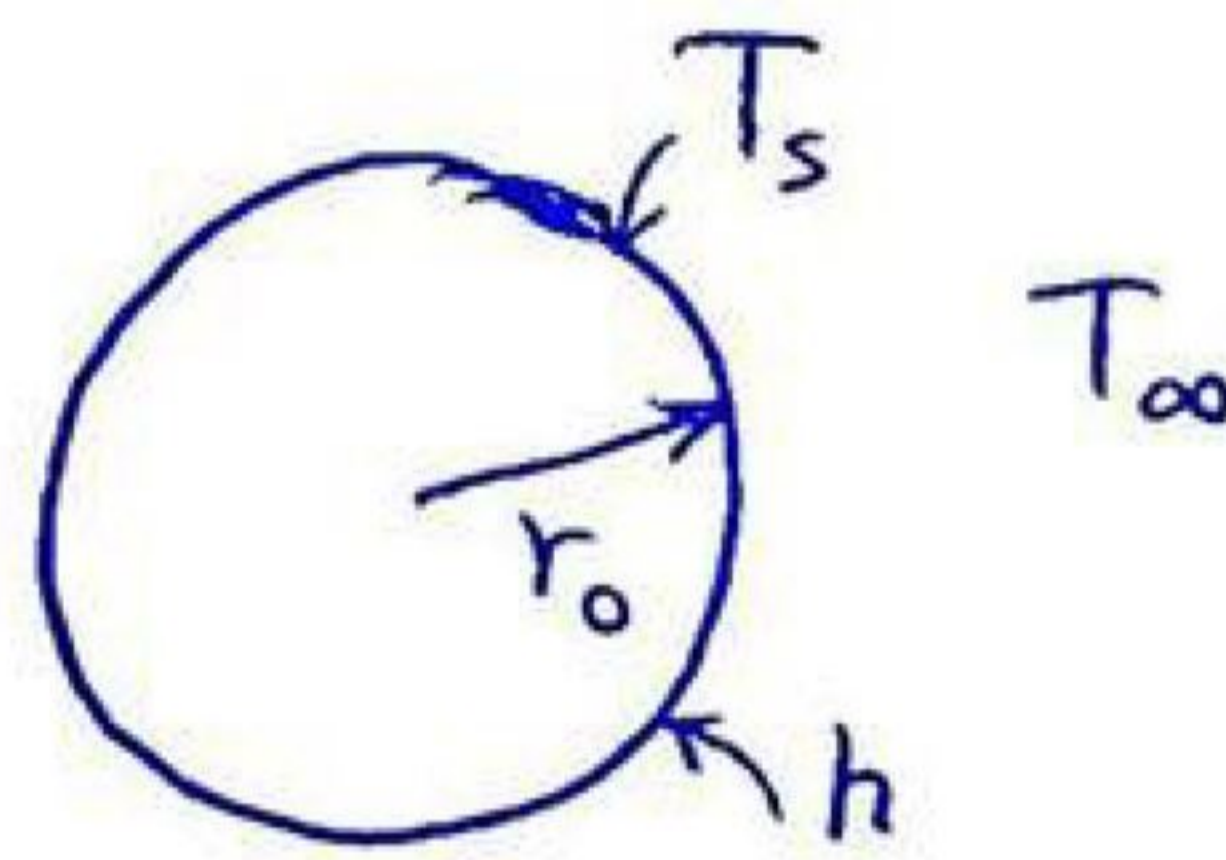
$V=27 \text{ m}^3$ hacmine sahip küre ile küp yüzeyleri hesaplanıp küçük olan seçilmelidir. Çünkü $q=hA\Delta T$ 'dir, h ve ΔT 'nin küp ve küre için aynı kaldığı bildirilmemiş.

Küp: $V=27 \text{ m}^3$ $V=a^3$
 $27=a^3 \Rightarrow a=3 \text{ m} \Rightarrow A=6a^2=6 \times 3^2=54 \text{ m}^2$ $A=54 \text{ m}^2$

Küre: $V=\frac{4}{3}\pi r_0^3=27 \Rightarrow r_0=\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}=\sqrt{\frac{3 \cdot 27}{4\pi}}=1,8611 \text{ m} \Rightarrow A=4\pi r_0^2$
 $A=4\pi (1,8611)^2=43,526 \text{ m}^2$ $A=43,526 \text{ m}^2$

Hacimleri aynı olan kürenin dış yüzey alanı küpten daha küçüktür. Dolayısıyla tankın küre şeklinde olması, aynı koşullarda ısı transferinin daha az olması sonucunu doğurur.

b) $T_\infty=35^\circ\text{C}$
 $T_s=55^\circ\text{C}$
 $h=25 \text{ W/m}^2\text{K}$

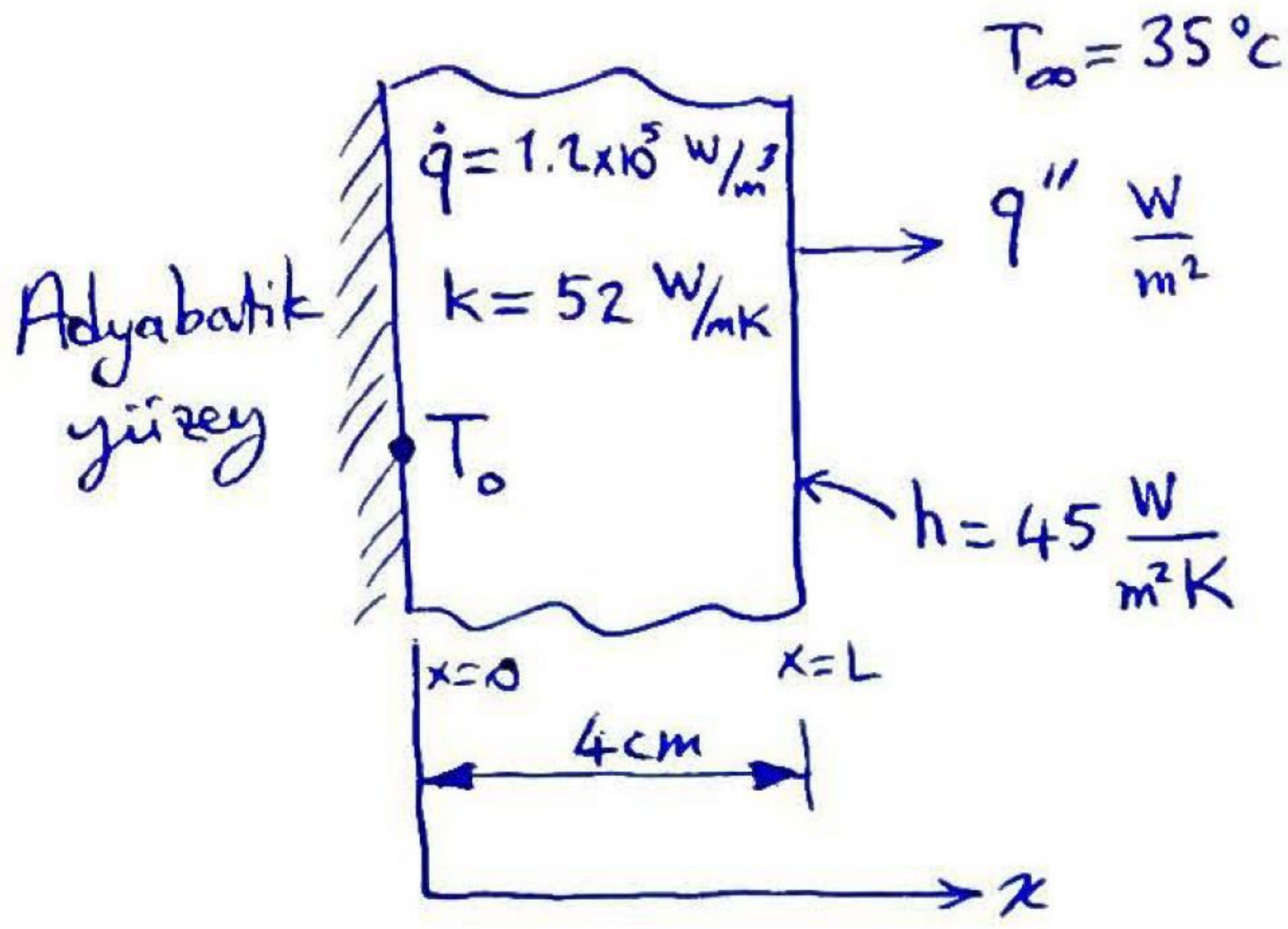


$$q=hA(T_s-T_\infty)$$

$$q=25 \times A_{\text{küre}} (55-35) = 25 \times 43,526 \times 20$$

$q = 21763 \text{ W}$

2)



a) $q'' = ?$

İçinde ısı üretimi olan ve bir yüzeyi adyabatik olan L kalınlığındaki duvarın (levhanın) diğer yüzeyinden çıkan ısı :

$$q'' = \dot{q} L = 1.2 \times 10^5 \times 0.04$$

$$q'' = 4800 \text{ W/m}^2$$

b) $T_0 = ?$

$$T_0 = \frac{\dot{q} L^2}{2k} + T_s$$

T_s 'nin bulunması gerekiyor.

$$q'' = h(T_s - T_\infty) \Rightarrow T_s = T_\infty + \frac{q''}{h}$$

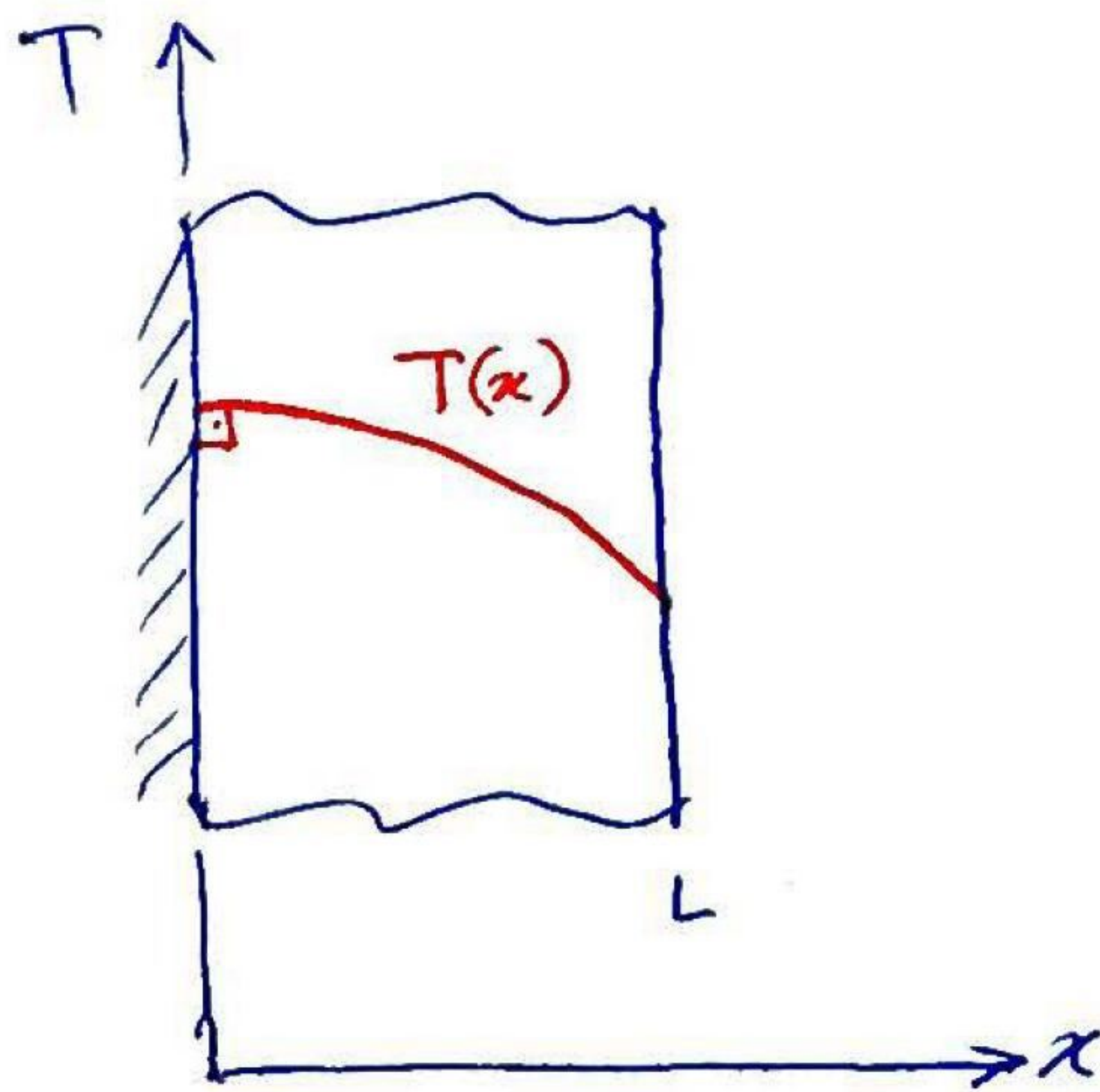
$$T_s = 35 + \frac{4800}{45} = 141.67 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_s = 141.67 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_0 = \frac{1.2 \times 10^5 \times (0.04)^2}{2 \times 52} + 141.67 = 143.52 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 143.52 \text{ }^\circ\text{C}$$

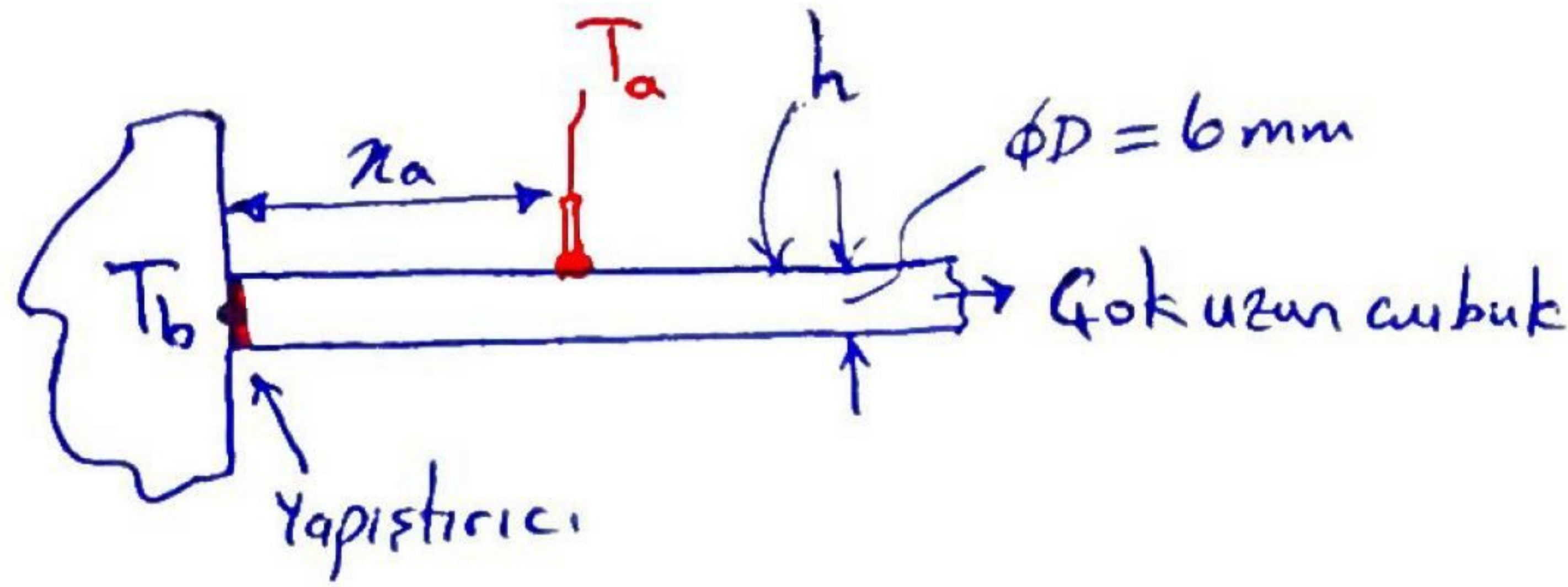
c)



Bu fıktta

- 1) Sıcaklık değışim eğrisinin adyabatik yüzey ile dik açu yaptığının ve
- 2) Değışimin parabolik olduğunun vurgulanması gerekmektedir.

3)



Verilenler:

$$k = 18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$h = 35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$x_a = 100 \text{ mm}$$

$$T_b = 200 \times 0.9 = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

a) $T_a = ?$ Gök uzun kanatçuk :

$$\frac{\theta(x)}{\theta_b} = \frac{T(x) - T_\infty}{T_b - T_\infty} = e^{-mx} \Rightarrow \frac{T_a - T_\infty}{T_b - T_\infty} = e^{-mx_a}$$

$$m = \sqrt{\frac{hP}{kA_c}}$$

$$P = \pi D = \pi \cdot 0.006 = 0.01885 \text{ m}$$

$$A_c = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.006^2}{4} = 2.8274 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$m = \sqrt{\frac{35 \times 0.01885}{18 \times 2.8274 \times 10^{-5}}} = \sqrt{1296.296} \approx 36 \quad \boxed{m = 36}$$

$$T_a = T_\infty + (T_b - T_\infty) e^{-mx_a} = 40 + (180 - 40) e^{-36 \times 0.1}$$

$$T_a = 43.825 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\boxed{T_a \approx 43.8 \text{ }^\circ\text{C}}$$

b)

$q_f = ?$

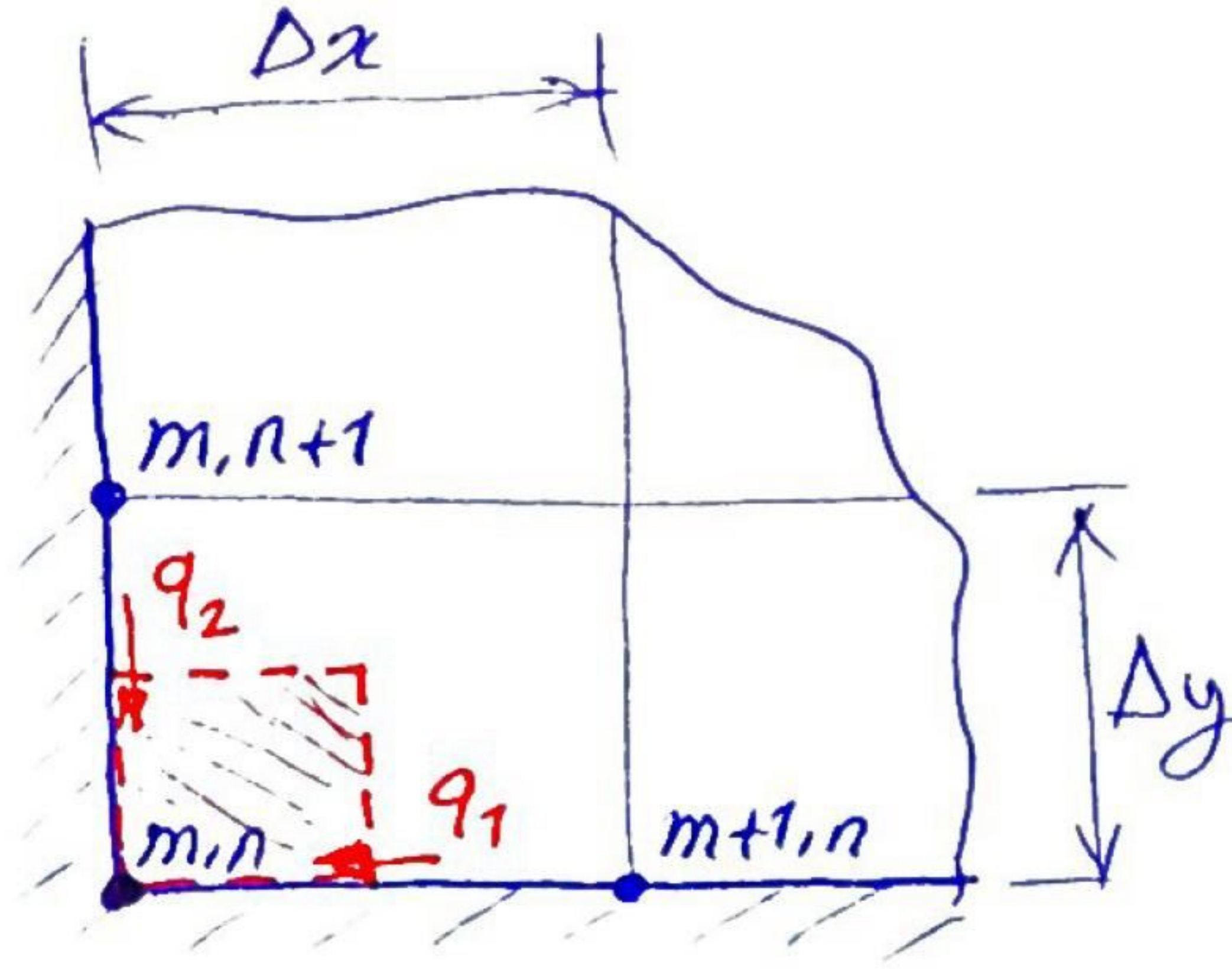
$$q_f = \sqrt{hPkA_c} \theta_b$$

$$q_f = \sqrt{35 \times 0.01885 \times 18 \times 2.8274 \times 10^{-5}} (180 - 40)$$

$$q_f = 0.01832 \times 140 = 2.5648 \text{ W}$$

$$\boxed{q_f \approx 2.56 \text{ W}}$$

4)



(m,n) noktası etrafında alınan kontrol hacmine enerji dengesi uygulanırsa, Kirchhoff toplama akımlar kuralı gereği

$$T_{m,n} = ?$$

$$\sum_i q_i = 0 \text{ olmalıdır.}$$

(m,n) noktasına x ve y doğrultularındaki komşu iki noktadan iletim ile ısı gelecektir:

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

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

$$q_1 + q_2 = 0 \text{ olmalı.}$$

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

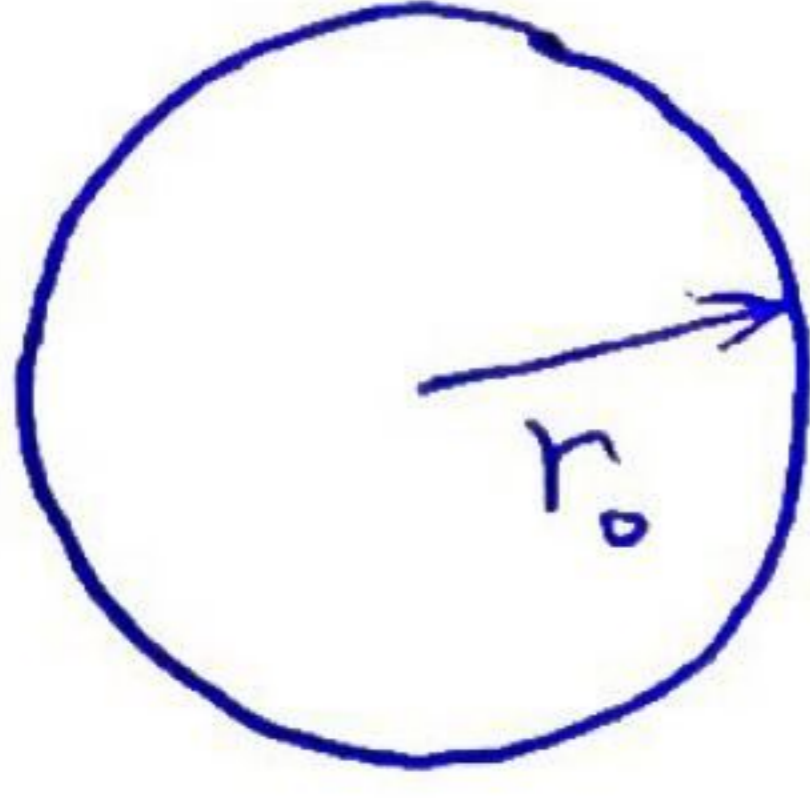
Her terim $\left(\frac{2}{k} \right)$ ile çarpılır ve kolaylık olması için $\Delta x = \Delta y$ alınırsa,

$$T_{m+1,n} - T_{m,n} + T_{m,n+1} - T_{m,n} = 0$$

$$\boxed{T_{m,n} = \frac{1}{2} (T_{m+1,n} + T_{m,n+1})}$$

bulunur.

5)



Saf alüminyumdan kürenin sıcaklığının zamanla değişimi...

Verilenler:

$$r_0 = 9 \text{ mm}$$

$$k = 240 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$c_p = 950 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

$$\rho = 2702 \text{ kg/m}^3$$

$$T_i = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 240 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{son}} = 135 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h = 200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

a) $T_i = 30 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{son}} = 135 \text{ }^\circ\text{C}$
olması için garmesi gereken süre $t = ?$

$$L_c = \frac{V}{A_s} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_0^3}{4\pi r_0^2} = \frac{r_0}{3} = \frac{9}{3} = 3 \text{ mm}$$

$$Bi = \frac{hL_c}{k} = \frac{200 \times 0.003}{240} = 2.5 \times 10^{-3} < 0.1 \Rightarrow \text{Yığık sistem.}$$

Yığık sistem için sıcaklığın zamanla değişimi:

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

$$t = \frac{2702 \times 950 \times 0.003}{200} \ln \frac{30 - 240}{135 - 240} = 38.5035 \ln(2)$$

$$t = 26.689 \text{ s}$$

$$t \approx 26.7 \text{ s}$$

b) $v = 0.1 \text{ m/s} \Rightarrow$ Fırın boyu $L = ?$

$$L = v \cdot t$$

$$L = 0.1 \times 26.7 = 2.67 \text{ m}$$

$$L = 2.67 \text{ m}$$