AD SOYAD:…….. NUMARA:……

***Formül kağıdında el yazısı bulunmaması gerekir.**

1. Newton Soğuma Yasası $Q_{Taş} = h \cdot A \cdot [T_w - T_f]$
2. Stefan-Boltzman Işıma Yasası $Q = \sigma \cdot \epsilon . A \cdot [T_1^4 - T_2^4]$; $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}\ [\frac{W}{m^2 K^4}]$
3. Düzlem Duvar İçin Fourier $Q = \frac{k \cdot A \cdot (T_1 - T_2)}{L}$
4. Silindir İçin $Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L \cdot (T_1 - T_2)}{\ln (r_2/r_{1)}}$; Küresel İçin $Q = \frac{4 \cdot \pi \cdot k (T_1 - T_2)}{(r_2 - r_1)/(r_2 \cdot r_1)}$
5. Isıl Direnç Düzlem Duvar $R_t = \frac{L}{k \cdot A}$; Isıl Direnç Silindir İçin $R_t = \frac{\ln (r_2/r_1)}{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L}$
6. Isıl Direnç Küresel İçin $R_t = \frac{(r_2 - r_{1)}/(r_2 \cdot r_1)}{4 \cdot \pi \cdot k}$; Çok Katmanlı Duvar $Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{L_1}{k_1 \cdot A} + \frac{L_2}{k_2 \cdot A}}$
7. Taşınım Direnci $Q = \frac{T_{f1} - T_{f2}}{\frac{1}{h_1 \cdot A_1} + \frac{L_1}{k_1 \cdot A_1} + \frac{L_2}{k_2 \cdot A_2} + \frac{1}{h_2 \cdot A_2}}$
8. Çok Katmanlı Düzlem Duvar $R_T = \frac{1}{h_1 \cdot A} + \sum_{i=1}^{n} \frac{L_1}{k_n \cdot A} + \frac{1}{h_0 \cdot A}$
9. Çok Katmanlı Silindir $R_T = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r_i \cdot L \cdot h_i} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\ln (\frac{r_{n+1}}{r_n})}{2 \cdot \pi \cdot k_n \cdot L} + \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r_0 \cdot L \cdot h_0}$
10. Çok Katmanlı Kabuk $R_T = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r_i^2 \cdot h_i} + \sum_{i=1}^{n} \frac{(r_{n+1} - r_n)/(r_{n+1} \cdot r_n)}{4 \cdot \pi \cdot k_n} + \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r_0^2 \cdot h_0}$
11. Dış yüzey esas alınırsa Toplam Isı Transfer Katsayısı $Uo = \frac{1}{\frac{A_O}{A_i h_i} + \frac{\ln (\frac{r_0}{r_i}) A_O}{2 \cdot \pi \cdot L\ k} + \frac{1}{h_0}}$
12. İç Yüzey Esas Alınırsa $U_i = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{\ln (\frac{r_0}{r_i}) \cdot A_i}{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k} + \frac{A_i}{A_O h_0}}$
13. Paralel Duvar İçin Isıl Direnç $\sum R_t = \frac{L_A}{k_A \cdot A_A} + \frac{1}{\frac{L_B \cdot}{k_B \cdot A_B} + \frac{L_C}{k_C \cdot A_C}} + \frac{L_D}{k_D \cdot A_D}$

Cinsi	Isı Kaynağı Yok İse	Isı Kaynağı var ise
Düzlem Duvar	14. $T(x) = c_1 \cdot x + c_2$	15. $T(x) = -\frac{\dot{q} x^2}{2k} + c_1 \cdot x + c_2$
Silindirler İçin	16. $T(r) = c_1 \cdot lnr + c_2$	17. $T(x) = -\frac{\dot{q} r^2}{4k} + c_1 \cdot lnr + c_2$
Küresel İçin	18. $T(r) = -\frac{c_1}{r_1} + c_2$	19. $T(x) = -\frac{\dot{q} r^2}{6k} - \frac{c_1}{r} + c_2$

20. Isı Kaynağı Bulunan Sistemler: $T(x) = \frac{\dot{q}}{2k}(L^2 - x^2) + \frac{\dot{q} L}{h} + T_f)$ (Düzlem Duvar İçin)
21. Kanatçıklar İçin: $T = T\infty + (Tb - T\infty) \cdot e^{\left(-\sqrt{\frac{hP}{kA}}\right)x}$; P= Islak çevre
22. $L \geq 4\sqrt{\frac{kA}{hP}}$ → Kanat sıcaklığının ortam sıcaklığına eşit kabul edildiği Max. Uzunluk
23. $Q = \sqrt{hPkA} \cdot (Tb - T\infty)$ $Qf(\text{İdeal}) = h \cdot Af \cdot (Tb - T\infty)$
24. Kanatcık Verimi $\mu_f = \frac{Qf}{Qf(ideal)}$ Kanatçık Etkinliği: $\in_f = \frac{Qf}{Qb} = \frac{\mu f \cdot Af}{Ab}$
25. Af – Kanatçık Yüzey Alanı, $Af = 2 * \pi (r_2^2 - r_1^2) + 2 * \pi * r_2 * t$ (Dairesel kanatçık için)
26. Ab – Kanatçık tabanının oturduğu Yüzey Alanı, $Ab = 2 * \pi * r_1 * t$ (Dairesel kanatçık için)
27. Geometrik Faktör Yöntemi: $Q = S \cdot k \cdot (T_1 - T_2)$ S- İletim geometrik faktörü (m)
28. Üniform Sistemler için Isı İletimi: $T = T\infty + (Ti - T\infty) \cdot e^{\left(-\frac{hA}{mc} \cdot t\right)}$ t- Zaman

AD SOYAD:…….. NUMARA:……

***Formül kağıdında el yazısı bulunmaması gerekir.**

29. Biot Sayısı : $Bi = \frac{hLc}{k}$ Karakteristik Uzunluk: $Lc = \frac{V}{A}$ v-hacim A- alan $m = \rho . V$

30. Zaman Sabiti : $\tau = \frac{mc}{hA}$ Sıcaklığın Eşitlenmesi İçin Geçen Süre : $t = 4\tau$

31. Kürenin Hacmi : $\frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3}$ Kürenin Alanı: $4.\pi.r^2$

32. Reynolds Sayısı: $Re_x = \frac{U_\infty \cdot x}{v} = \frac{\rho \cdot U_\infty \cdot x}{\mu}$ $v = \frac{\mu}{\rho}$

33. Düz plakalar üzerinde Kritik Reynolds sayısı: $Re_{kr} = 5 \cdot 10^5$

34. Plakalarda; Borularda:

35. $Re_{kr} < 5 \cdot 10^5$ *ise akış Laminer* $Re < 2000$ *ise akış Laminer*

36. $Re_{kr} \geq 5 \cdot 10^5$ *ise akış Türbülanslı* ; $2000 < Re < 4000$ *Geçiş* ; $Re > 4000$ *ise akış Türbü*

37. Laminer akımda sınır tabaka kalınlığı; $\delta = \frac{5.x}{\sqrt{Re_x}}$

38. Nusselt Sayısı: $Nu_x = \frac{h.x}{k}$ x:Plakanın uzunluğu (veya L)

39. Ortalama Nusselt Sayısı($\overline{Nu}$); $\overline{Nu} = 0{,}664 \cdot Re_L^{1/2} \cdot Pr^{1/3}$; Film Sıcaklığı($T_f$); $T_f = \frac{T_w + T_\infty}{2}$

<u>Düz plaka üzerinden türbülanslı akışta</u> Ortalama Nusselt Sayısı;

40. $\overline{Nu} = 0{,}036 \cdot Re_L^{0,8} \cdot Pr^{1/3}$ $x_{kr} \ll L$ (*Türbülans çok kısa bir mesafe sonra başlıyorsa.*)

41. $\overline{Nu} = (0{,}036 \cdot Re_L^{0,8} - 836) \cdot Pr^{1/3}$ $x_{kr} \nless\nless L$ olduğu durumlarda.

42. **Boru içi akışlarda;** $Re_d = \frac{U_m \cdot d}{v} = \frac{\rho \cdot U_m \cdot d}{\mu}$; $\dot{m} = \rho \cdot U_m \cdot A_s$ $\dot{m}$: *Kütlesel debi*(kg/s) A_s: *Kesit alanı*

43. Yığık sıcaklık; $\bar{T}_b = \frac{T_{b1} + T_{b2}}{2}$; $Q = h \cdot A \cdot (T_w - \bar{T}_b)$ $Q = \dot{m} \cdot Cp \cdot (T_{b2} - T_{b1})$

44. Hidrolik çap; $d_h = \frac{4.A_s}{P}$ $Re_d = \frac{U_\infty \cdot d_h}{v}$ A_s: *Kanalın kesit alanı*(m^2) P: Islak çevre(m)

45. Laminer akım ; $Nu_d = 1{,}86\,(Re_d Pr)^{1/3}(d/L)^{1/3}(\mu/\mu_w)^{0,14}$; $Re_d Pr(d/L) > 10$ *ise geçerli*

46. Laminer akım ; $Nu_d = 3{,}66 + \frac{0{,}0668(\frac{d}{L})Re_d Pr}{1 + 0{,}04\left((\frac{d}{L})Re_d Pr\right)^{2/3}}$; $Re_d Pr(d/L) \leq 10$ *ise geçerli*

47. Türbülanslı akım $Nu_d = 0{,}023 Re_d^{0,8} Pr^n$ n=0,4 akışkan ısıtılıyorsa; n=0,3 akışkan soğutuluyorsa

48. $\frac{T - To}{Ti - To} = erf\,\frac{x}{2\sqrt{\alpha \cdot t}}$ erf; Hata(Gauss) fonksiyonu

49. $Q = -k.A.\frac{Ti - To}{\sqrt{\pi \alpha t}}.e^{\frac{-x^2}{4\alpha t}}$ Herhangi bir konumda, herhangi bir anda ısı transferi

50. $T - Ti = \frac{2.\dot{q}_0.\sqrt{\alpha t/\pi}}{k}.exp\left(\frac{-x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{q_x}{k}\left(1 - erf\,\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right)$, $\dot{q}_{(0)}$:sabit ısı akışı

51. Yüzeyde taşınım ile ısı kazancı veya kaybı oluyorsa ;

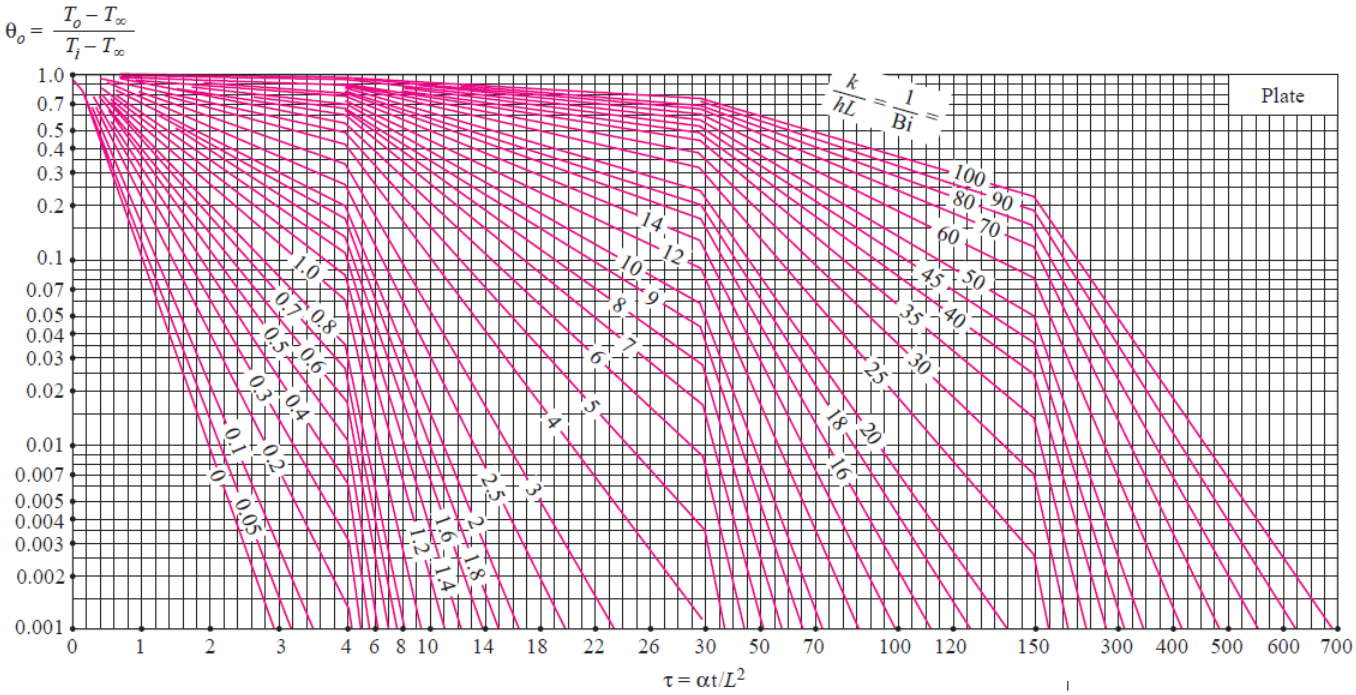
52. $\frac{Ti - To}{T_\infty - Ti} = 1 - erf\,\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} - \left|exp - \left(\frac{hx}{k} + \frac{h^2 \alpha t}{k}\right)\right| . \left|1 - erf\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} + \frac{k\sqrt{\alpha t}}{k}\right)\right|$

53. Heisler eğrileri için

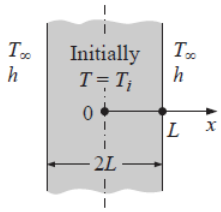
$\frac{\theta_0}{\theta_i} = \frac{To - T_\infty}{Ti - T_\infty}$; $\frac{\theta}{\theta_0} = \frac{T - T_\infty}{To - T_\infty}$;$\theta_0 = To - T_\infty$; $\theta_i = T_i - T_\infty$; $Q_{max} = mc\theta_i$

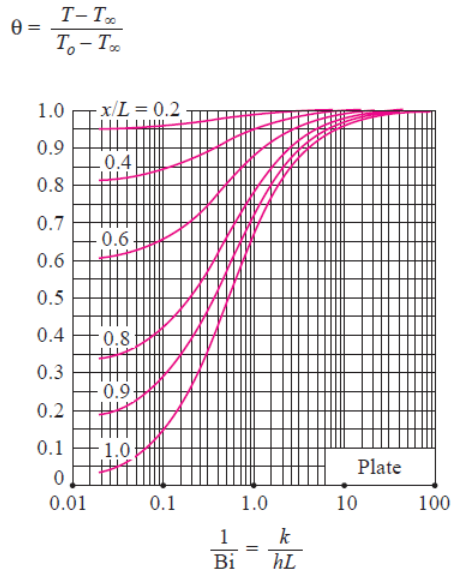
Ti – *İlk sıcaklık*; T_∞ – *Ortam sıcaklığı*; T- t zaman sonraki sıcaklık; V- hacim; ρ-Yoğunluk; c-Özgül ısı; Q- transfer edilen ısı hızı

Heisler Grafikleri

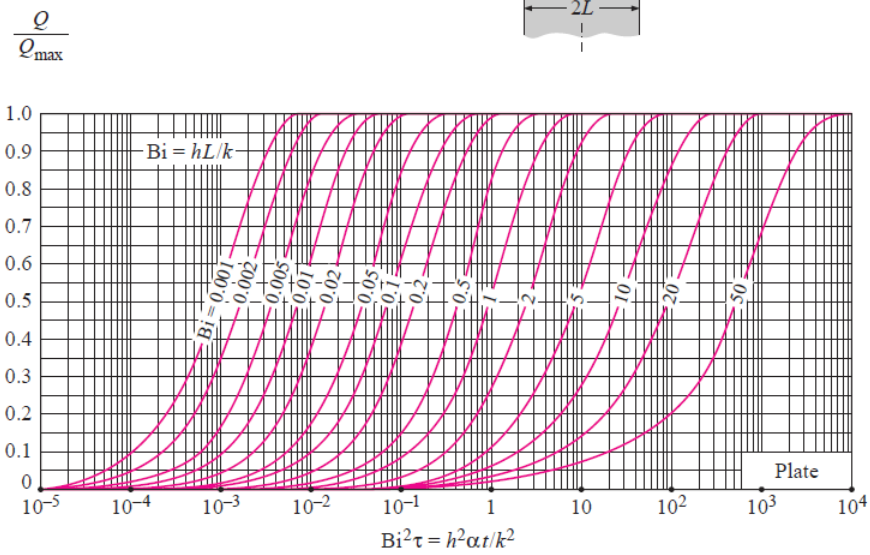


(*a*) Midplane temperature (from M. P. Heisler)

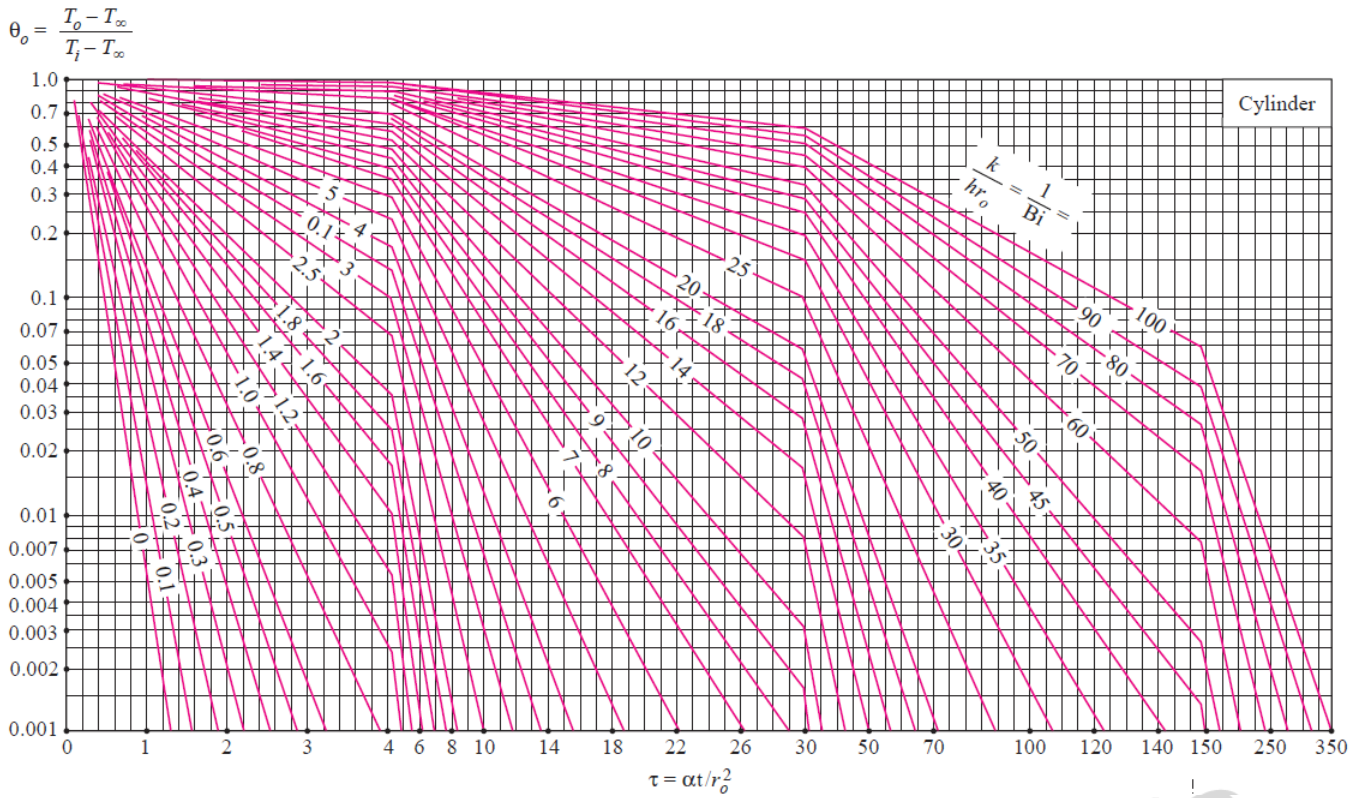




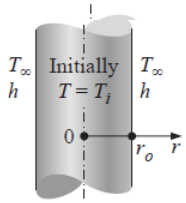
(*b*) Temperature distribution (from M. P. Heisler)

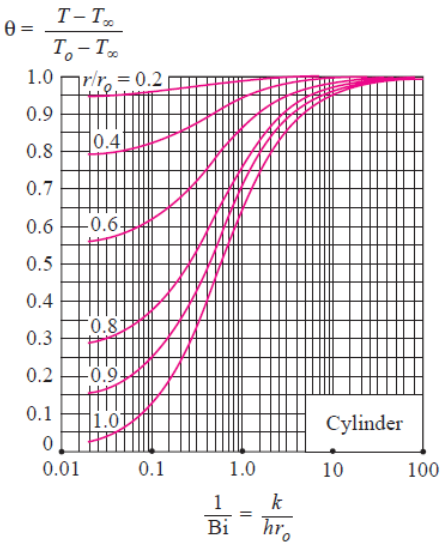


(*c*) Heat transfer (from H. Gröber et al.)

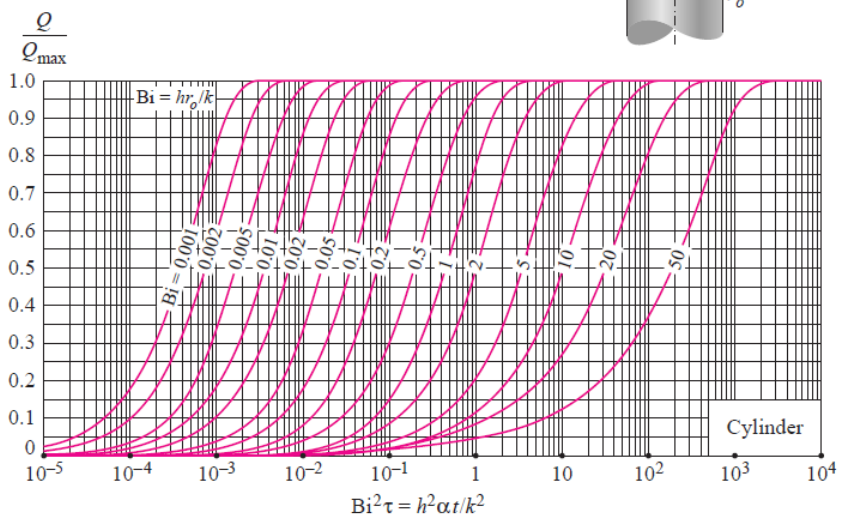


(*a*) Centerline temperature (from M. P. Heisler)

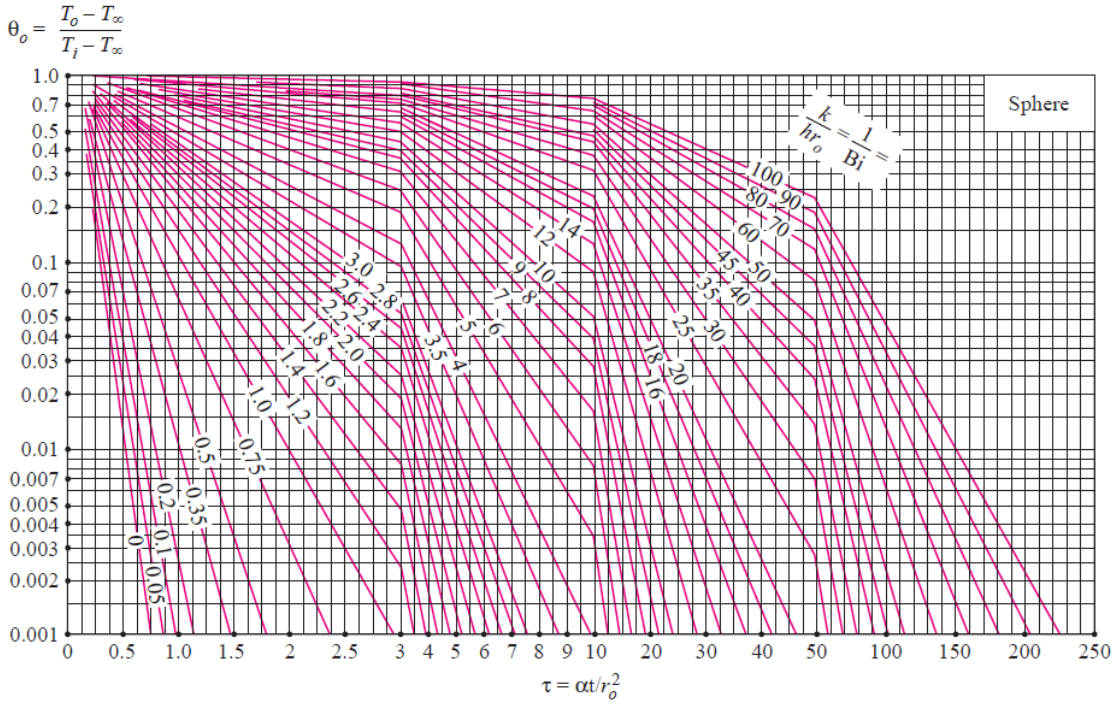




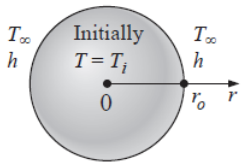
(*b*) Temperature distribution (from M. P. Heisler)

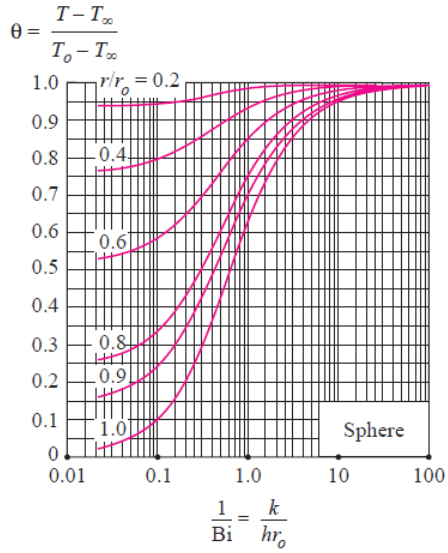


(*c*) Heat transfer (from H. Gröber et al.)

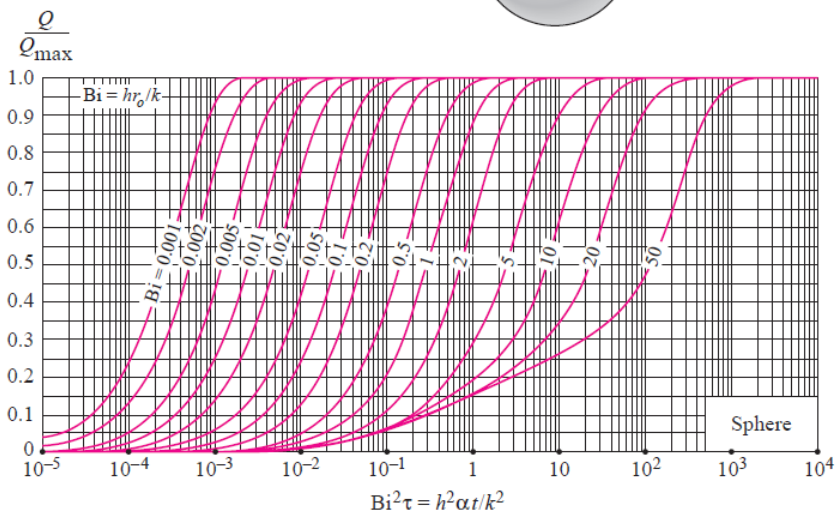


(*a*) Midpoint temperature (from M. P. Heisler)





(*b*) Temperature distribution (from M. P. Heisler)



(*c*) Heat transfer (from H. Gröber et al.)