depois para 2 atm

Ex 2: Um gás de chaminé a T_g=1000K e P_T=1atm, com 10% de vapor H_2O e 20% de CO_2 por volume, flui sobre um banco de tubos disposto segundo um arranjo triangular equilátero, tendo os tubos D=7,6cm e espaçamento S=2D. Os tubos são mantidos a uma T_w=500K uniforme e são considerados negros. Calcule o intercâmbio líquido de calor radiante entre a mistura gasosa e os tubos, por m² da superfície da parede dos tubos.

Hipóteses:
Regime permanente
Propriedades constantes
Troca térmica somente radiativa
Sem geração de energia

b) Para 2 atm:

Ex2: $T_g = 1000K$ e $P_t = 2atm$ $\quad T_w = 500K$

10% H_2O $\quad \sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8} W/m^2K^4$

20% CO_2

$D = 7{,}6 \cdot 10^{-2} m$

$S = 2D$

• Regime Permanente, propriedades constantes, troca térmica somente radiativa

• Comprimento equivalente L → tabela 13.1

$L = 3{,}0(S - D)$

$L = 3{,}0(2D - D) = 3D = 3{,}0 \cdot 7{,}6 \cdot 10^{-2} m$

$L = 0{,}228 m$

• Água

- Pressão: $P_w = 0{,}1 \cdot P_t = 0{,}1 \cdot 2atm$

$P_w = 0{,}2atm$

$P_w \cdot L = 0{,}2atm \cdot 0{,}228 m \Rightarrow P_w \cdot L = 0{,}0456 m \cdot atm$

ε_g e α_g pela Figura 13.5a

- $\varepsilon_g(1000K) = 0{,}08$
- $\alpha_g(500K) = 0{,}14$

• CO_2

- Pressão: $P_c = 0{,}2 \cdot P_t = 0{,}2 \cdot 2atm$

$P_c = 0{,}4atm$

$P_c \cdot L = 0{,}4atm \cdot 0{,}228m \Rightarrow P_c \cdot L = 0{,}0912 m \cdot atm$

ε_g e α_g pela FIGURA 13.4a

- $\varepsilon_g(1000K) = 0{,}12$
- $\alpha_g(500K) = 0{,}097$

Figura 13.5a usada para achar ϵ_g (1000K) e α_g (500K) da água

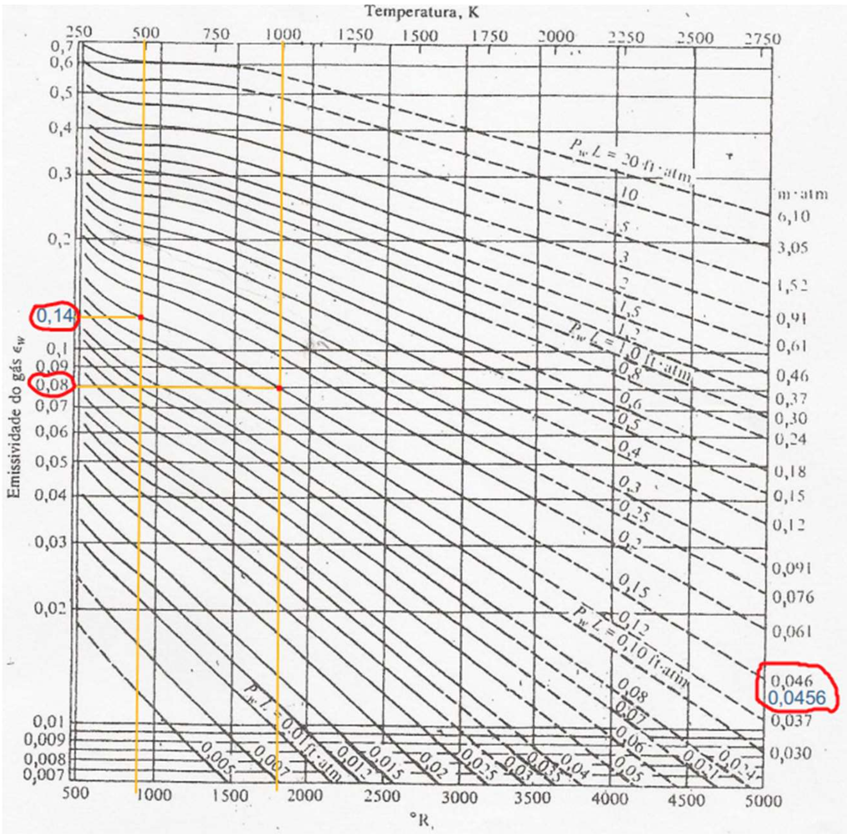
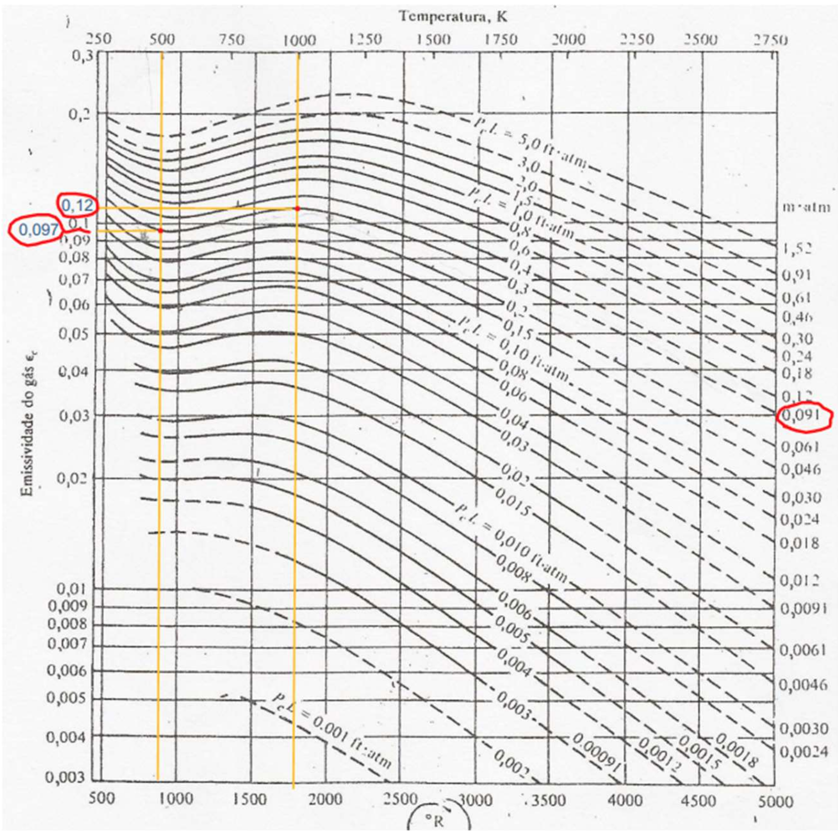


Figura 13.4a usada para achar ϵ_g (1000K) e α_g (500K) da CO_2



• Correção da emissividade p/ $P_T = 2atm$

$$\frac{P_w+P_t}{2} = \frac{0,2+2}{2} = 1,1$$

→ Pela Figura 13.5b: $C_w = 1,63$

• Correção da emissividade p/ $P_T = 2atm$

→ Pela Figura 13.4b: $C_c = 1,2$

Figura 13.5b usada para encontrar o C_w da água:

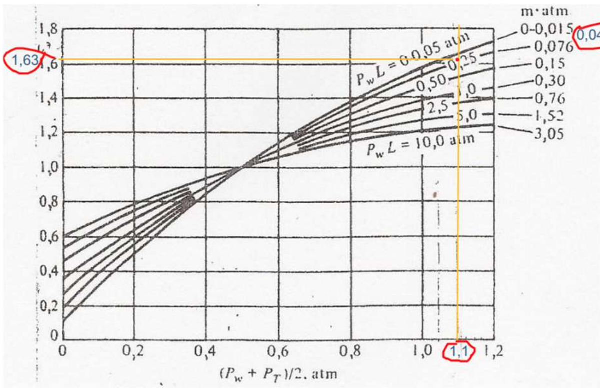
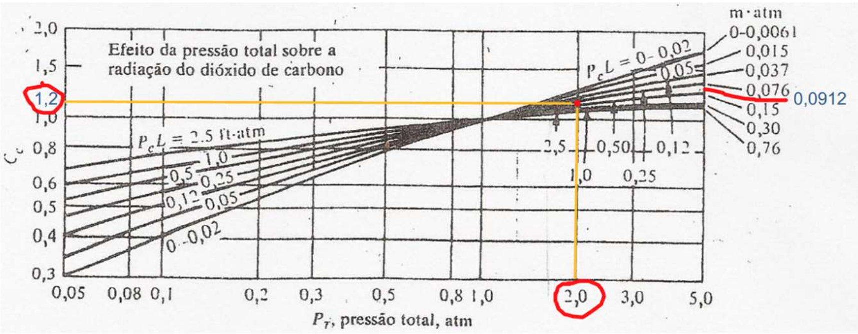


Figura 13.4b usada para encontrar o Cc do CO_2:



Nova emissividade e absortividade:

$\varepsilon_g = 1,63 . 0,08 = 0,1304$

$\alpha_g = 1,63 . 0,14 = 0,2282$

Nova emissividade e absortividade:

$\varepsilon_g = 1,2 . 0,12 = 0,144$

$\alpha_g = 1,2 . 0,097 = 0,1164$

- Cálculo de $\Delta\varepsilon$ e $\Delta\alpha$:

• $\frac{P_w}{P_c+P_w} = \frac{0,2}{0,4+0,2} = 0,33$

• $P_cL + P_wL = 0,4 atm . 0,228m + 0,2atm . 0,228m$

$P_cL + P_wL = 0,1368$ m.atm $= 0,449$ ft.atm

• $\Delta\varepsilon$ pelas Figuras 13.6b e 13.6c:

1000K = 727°C

$\Delta\varepsilon(538°C) = 0,005$ ⇒ Interpolando em 727°C: $\Delta\varepsilon = 0,0069$

$\Delta\varepsilon(927°C) = 0,009$

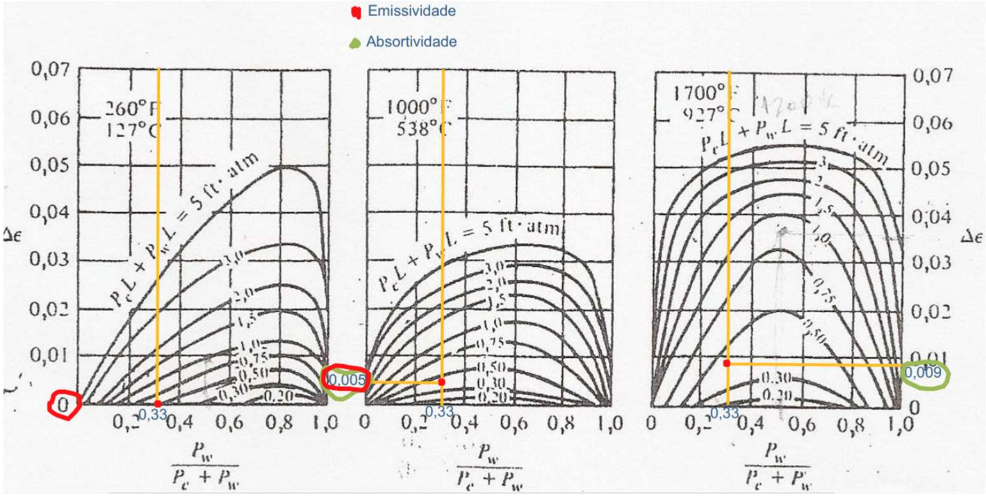
• $\Delta\alpha$ pelas figuras 13.6a e 13.6b:

500K = 227°C

$\Delta\alpha(127°C) \cong 0$ ⇒ Interpolando em 227°C: $\Delta\alpha = 0,0012$

$\Delta\alpha(538°C) = 0,005$

Figuras 13.6 usadas para encontrar $\Delta\epsilon$ e $\Delta\alpha$:



Agora, podemos descobrir a εm e αm da mistura

$$\varepsilon_m = \varepsilon_w + \varepsilon_c - \Delta\varepsilon = 0{,}1304 + 0{,}144 - 0{,}0069$$

$$\varepsilon_m = 0{,}2675$$

$$\alpha_m = \alpha_w + \alpha_c - \Delta\alpha = 0{,}2282 + 0{,}1164 - 0{,}0012$$

$$\alpha_m = 0{,}3434$$

• Por fim, podemos calcular o fluxo líquido de calor

$$q = \sigma(\varepsilon_m T_g^4 - \alpha_m T_w^4) = 5{,}67.10^{-8}(0{,}2675.1000^4 - 0{,}3434.500^4)$$

$$\boxed{q = 13950{,}3\ W/m^2}$$

Percebe-se que quando se dobra a Pressão (P = 1 atm para P = 2 atm), o fluxo líquido de calor aumentou em 93,4 % (q = 7213,3 W/m² para q = 13950,3 W/m²).