

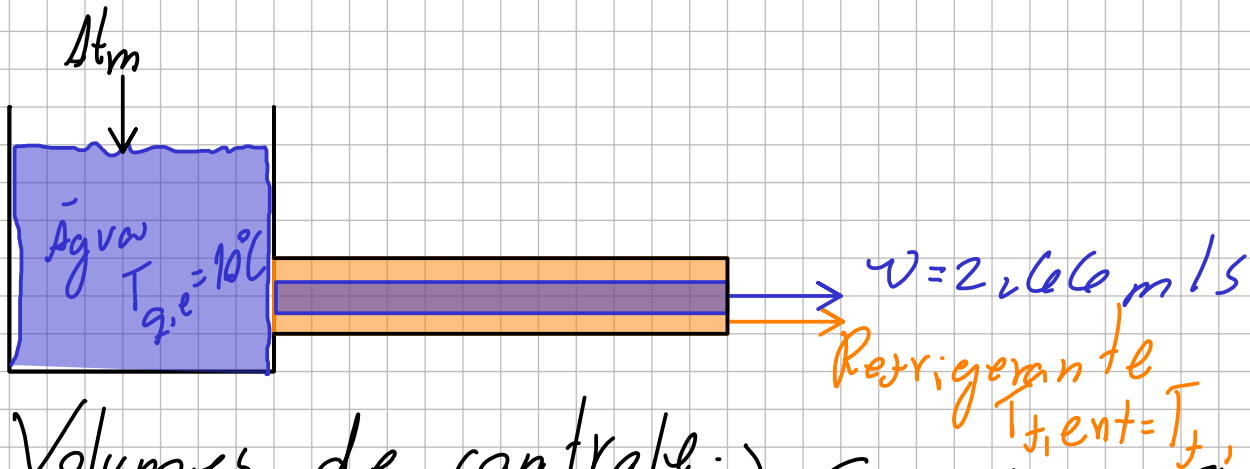
Thiago Esterici nº 21671050

Questão 1

Dados:

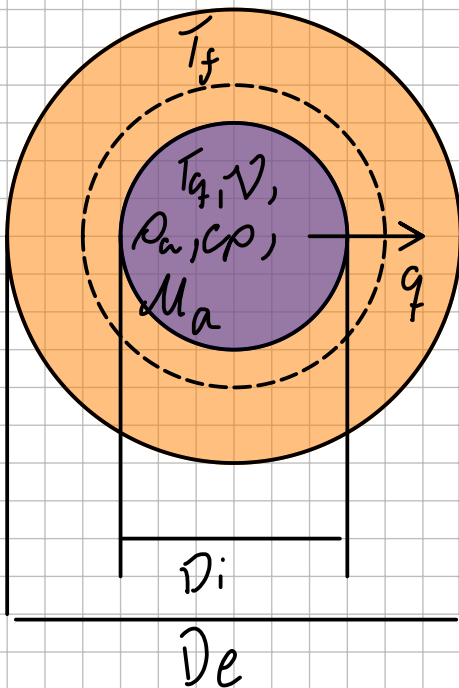
$D_i = 0,0045 \text{ m}$; $e = 0,045 \text{ mm}$; $T_{f,ent} = T_{f,sai} = -1^\circ\text{C}$;
 $T_{q,ent} = 10^\circ\text{C}$; $v = 2,66 \text{ m/s}$; $L = 3 \text{ m}$;

Esquema:



Volumes de controle:

a)



Considerações:

- Escoamento plenamente desenvolvido;
- $C_{qf} \rightarrow \infty \therefore C_r \rightarrow 0$
- Trocador perfeitamente isolado
- Condições de Regime permanente
- Propriedades CTE
- Transferência uni. dim. axial

b) Considerando que não sabemos a temperatura final da água, faremos um chute inicial de:

$$T_{q, sai} = 4^{\circ}\text{C} = 277,15\text{ K}$$

A partir disto podemos calcular a densidade da água a uma $T_{f, med}$ e utiliza a fórmula:

$$\dot{m}_q = \rho_a A_t v = \rho_a \frac{\pi D_i^2}{4} v$$

$$\dot{m}_q \approx 0,04\text{ Kg/s}$$

$$\rho_a \approx 999,97\text{ Kg/m}^3$$

A temperatura será ajustada por iteração até atingir um erro $< 1\%$.

c) Considerando o balanço de massas e energia temos:

$$q = \dot{m}_q c_{p,q} (T_{q, sai} - T_{q, ent})$$

$$q = \dot{m}_f (I_{f, cai} - I_{f, ent})$$

Além disso, pela lei de resfriamento de Newton temos:

$$q = \frac{h}{A} (T_{f, cai} - T_{q, sai})$$

Portanto, faz-se necessário o estudo do escoamento e a determinação de h pelo número de Nusselt.

$$Re_D = \frac{\rho V_m D_i}{\mu} \leadsto \dot{m} = \rho V_m A_t \therefore$$

$$Re_D = \frac{\dot{m}}{A_t} \frac{D_i}{\mu} = 981,09 \leadsto \text{escoamento laminar}$$

Portanto, considerando q'' constante temos:

$$Nu_D = 4,36 = \overline{h} \frac{D_i}{k_f}$$

Neste caso:

$$h = \frac{Nu_D k_f}{D_i} =$$

$$\frac{h}{A} (T_{f, \text{in}} - T_{q, \text{out}}) = \dot{m}_q c_{p,q} (T_{q, \text{out}} - T_{q, \text{ent}})$$

$$T_{q, \text{out}} \left(\frac{h}{A} + \dot{m}_q c_{p,q} \right) = \dot{m}_q c_{p,q} T_{q, \text{ent}} + \frac{h}{A} T_{f, \text{in}}$$

$$T_{q, \text{out}} = \frac{\dot{m}_q c_{p,q} T_{q, \text{ent}} + \frac{h}{A} T_{f, \text{in}}}{\frac{h}{A} + \dot{m}_q c_{p,q}}$$

$$T_{q, \text{sai}} = 272,30 \text{ K}$$

$$d) \quad q = \dot{m}_q c_{p,q} (T_{q, \text{sai}} - T_{q, \text{ent}}) \quad \therefore$$

$$q = -1,93 \text{ KW}$$

e) Como nosso escoamento é laminar, temos:

$$f = 0,056$$