

Corrigé type de l'examen  
 du transfert thermique  
 Niveau: L3 PE  
 A.N: 2023/2024

Exercice 01:

Données:  $T_p = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_\infty = 20^\circ\text{C}$ ,  $V = 0,2 \text{ m/s}$ ,  $l = 0,35 \text{ m}$

Calcul de la force de frottement à  $x = 0,5 \text{ m}$ .

on calcule  $Re$ :

$$Re = \frac{\rho V \cdot x}{\mu}$$

On a:  $T_f = \frac{80+20}{2} = 50^\circ\text{C} \Rightarrow$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(50^\circ\text{C}) = 998,02 \text{ (kg/m}^3\text{)} \\ c_p(50^\circ\text{C}) = 4181 \text{ (J/kg.K)} \\ \mu(50^\circ\text{C}) = 0,000547 \text{ (Pa.s)} \\ \lambda(50^\circ\text{C}) = 0,643 \text{ (W/m.K)} \end{array} \right.$$

donc  $\boxed{Re = \frac{998,02 \times 0,2 \times 0,5}{0,000547} = 182453,38} < 10^5$

puisque:  $Re < 5 \cdot 10^5$  donc le régime est laminaire

$$\boxed{C_{f,x} = 9,664 / \sqrt{Re} = 0,00155} < 10^1$$

$$\boxed{\tau_x = \frac{1}{2} C_{f,x} \rho V^2 = 0,031 \text{ [Pa]}} < 10^1$$

finalement : la force de frottement est :

$$\boxed{F_f = \tau \cdot A = \tau \cdot l \cdot x = 0,00542 \text{ N}} < 10^1$$

°/ Epaisseur de la couche limite thermique

Régime laminaire:  $\delta_{th} = \frac{\delta_{dy}}{Pr^{1/3}}$  avec  $\delta_{dy} = 5x / \sqrt{Re_x}$

donc  $\boxed{\delta_{dy} = \frac{5 \times 0,5}{\sqrt{182453,38}} = 0,00585 \text{ [m]}} < 10^1$

$$\boxed{Pr = \frac{C_p \mu}{\lambda} \approx 3,56} \quad \text{Alors} \quad \boxed{\delta_{th} = 0,00385 [m] = 3,85 [mm]} \quad \checkmark 01$$

3°) pour  $Re = 6 \cdot 10^6$  : c'ad pour un regime turbulent.

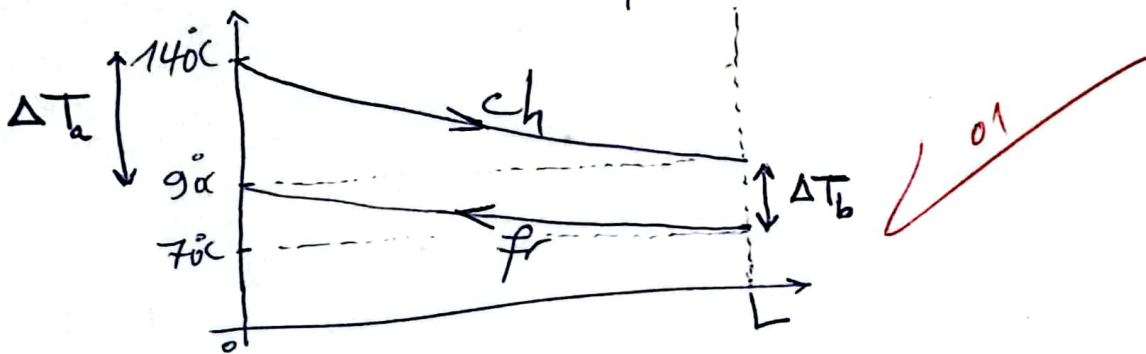
nous avons:  $Nu = 0,037 Re^{0,8} Pr^{0,33}$  donc  $\boxed{Nu = 14878,91}$   $\checkmark 01$

on sait que  $Nu = \frac{h \cdot L}{\lambda} \Rightarrow h \cdot L = Nu \cdot \lambda$

d'où  $\phi = h \cdot l \times L \times (T_p - T_\infty) = Nu \cdot \lambda \cdot l (T_p - T_\infty)$   $\checkmark 01$

AN:  $\phi = 14878,91 \times 0,643 \times 0,35 \times (80 - 20) = 20091,004 [W]$   $\checkmark 01$

EX02: 1°) Profils des temperatures:



2°) Il s'agit d'un échangeur à contre-courant car la direction du fluide chaud est contre la direction du fluide froid  $\checkmark 01$

Car  $T_{pe}$  toujours doit être supérieure à  $T_{ps}$  et  $T_{ch,e} < T_{ch,s}$

3°) Coef global du transfert convectif d'un échangeur à chaleur.

$$U_{g-int} = \left[ \frac{1}{h_{int}} + \frac{A_{int}}{h_{ex} \cdot A_{ext}} + \frac{A_{int} \cdot \ln(D_{ext}/D_{int})}{2\pi \cdot L \cdot \lambda} \right]^{-1}$$

$$\boxed{S_{int} = \pi D_{int} \cdot L = 0,216 [m^2]} \quad \checkmark 01$$

$$\boxed{S_{ext} = \pi \cdot D_{ext} \cdot L = 0,235 [m^2]} \quad \checkmark 01$$

A.N:  $\boxed{U_{g-int} = 729,04 [W/m^2 \cdot K]} \quad \checkmark 01$

t) Efficacité de l'échangeur:

$$\varepsilon = \frac{\phi}{(\dot{m}c_p)_{\min} (T_{ce} - T_{fe})}$$

$$\phi = U_{g-int} \cdot A_{int} \cdot \Delta T_{em}$$

$$\Delta T_{em} = \frac{\Delta T_b - \Delta T_a}{\ln\left(\frac{\Delta T_b}{\Delta T_a}\right)} = 32,74 \text{ } ^\circ\text{C}$$

donc: A.N:  $\phi = 5174,14 \text{ [W]}$

$$(\dot{m}c_p)_c = \frac{-\phi}{(T_{cs} - T_{ce})} = 103,48 \left(\frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}\right)$$

$$(\dot{m}c_p)_f = \frac{\phi}{(T_{fs} - T_{fe})} = 258,7 \left(\frac{\text{W}}{^\circ\text{C}}\right)$$

donc  $(\dot{m}c_p)_{\min} = \min((\dot{m}c_p)_c, (\dot{m}c_p)_f) = (\dot{m}c_p)_c$

donc finalement on obtient:

$$\varepsilon = \frac{\phi}{(\dot{m}c_p)_c (T_{ce} - T_{fe})} = 0,71 = 71\%$$

responsable de la matière  
M<sup>r</sup> SAFA AEK

