

Nom :

7.0

Prénom :

**Interrogation n°1**

Le coefficient de frottement pariétal local et le nombre de Nusselt local sur une plaque plane sont respectivement  $Cf_{P_x} Re_x^n = A$  et  $\frac{Nu_x}{Pr^m} = B Re_x^n$  où  $A, B, m$  et  $n$  sont des constantes.

Calculer leurs valeurs moyennes  $\overline{Cf_P}$  et  $\overline{Nu}$  sur une distance  $2L$ .

**Réponses**

Nous avons

$$Cf_{P_x} = \frac{A}{Re_x^n}$$

le coefficient de frottement pariétal moyen, sur une distance  $2L$ , est par définition

$$\overline{Cf_P} = \frac{1}{2L} \int_0^{2L} Cf_{P_x} dx \quad 1.0$$

En y insérant l'expression du  $Cf_{P_x}$ , nous obtenons

$$\overline{Cf_P} = \frac{1}{2L} \int_0^{2L} \frac{A}{\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^n} x^{-n} dx = \frac{1}{2L} \frac{A}{\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^n} \frac{1}{-n+1} \left[ x^{-n+1} \right]_0^{2L} = \frac{1}{2L} \frac{A}{\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^n} \frac{1}{1-n} (2L)^{1-n} \quad 1.0$$

$$\overline{Cf_P} = \frac{1}{2L} \frac{A}{\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^n} \frac{1}{1-n} (2L)^{1-n} = \frac{A}{1-n} \frac{1}{\left(\frac{U_\infty}{\nu}\right)^n (2L)^n}$$

d'où la valeur du coefficient de frottement pariétal moyen

$$\overline{Cf_P} = \frac{A}{2^n (1-n) Re_L^n} \quad 1.0$$

Pour le nombre de Nusselt

$$\frac{Nu_x}{Pr^m} = B Re_x^n \text{ soit } \frac{h_x x}{\lambda} = B Re_x^n Pr^m$$

$$h_x = B \frac{\lambda}{x} \left(\frac{U_\infty x}{\nu}\right)^n Pr^m \quad 1.0$$

d'où

$$\bar{h} = \frac{1}{2L} B \lambda \left( \frac{U_\infty}{\nu} \right)^n \text{Pr}^m \int_0^{2L} x^{n-1} dx \quad \boxed{1.0}$$

$$\bar{h} = \frac{1}{2L} \frac{1}{n} (2L)^n B \lambda \left( \frac{U_\infty}{\nu} \right)^n \text{Pr}^m$$

$$\frac{\bar{h}L}{\lambda} = \frac{2^{n-1}}{n} B \left( \frac{U_\infty L}{\nu} \right)^n \text{Pr}^m \quad \boxed{1.0}$$

$$\overline{Nu} = \frac{2^{n-1}}{n} B \text{Re}_L^n \text{Pr}^m \quad \boxed{1.0}$$