concours doctorat LMD
Transfert de chaleur
U. BATNA
20/12/2012

Soit une salle non chauffée (quatre murs, un plafond et un plancher) à température θ_x en contact avec des salles chauffées à température θ_i par l'intermédiaire des parois (trois murs, plafond et plancher) d'aire A_i et en contact avec l'extérieur à température θ_e par l'intermédiaire d'un seul mur d'aire A_6. On suppose que le régime thermique est permanent (stationnaire). Les pertes thermiques par ventilation sont données par la relation suivante :

$\Phi_v = m_a\, Cp_a\, (\theta_x - \theta_e)$

Supposant que le coefficient d'échange de chaleur par convection est constant et uniforme à l'intérieur de la salle non chauffée. Il est donné en W/m².K, par l'expression suivante :

$10^4 < Gr\, Pr < 10^9 \qquad h_c = 1{,}16 \left(\frac{\Delta\theta}{L}\right)^{0,25}$

$10^9 \leq Gr\, Pr < 10^{12} \qquad h_c = 1{,}28\, \Delta\theta^{1/3}$

Le coefficient d'échange convectif à l'extérieur est donné en W/m².K, par :

$h_c = 5{,}7 + 3{,}8\, V$ et V : vitesse du vent en m/s

Le coefficient d'échange superficiel $h = h_c + h_r$ où h_r coefficient d'échange radiatif, donné par :

$$h_r = F_{1,2}\, \varepsilon\, \sigma\, (T_1^2 + T_2^2)(T_1 + T_2)$$

1- Donner l'expression du flux de chaleur gagné à travers les 5 parois intérieures.
2- Donner l'expression du flux de chaleur perdu à travers la paroi extérieure.
3- Déduire l'expression mathématique donnant la température de la salle non chauffée θ_x.
4- Calculer le coefficient d'échange convectif intérieur h_{ci} et le coefficient d'échange convectif extérieur h_{ce}.
5- Calculer le coefficient d'échange par rayonnement intérieur h_{ri} et le coefficient d'échange par rayonnement h_{re}.
6- Calculer la résistance conductive des parois.
7- Calculer le coefficient d'échange global des parois intérieures.
8- Calculer le coefficient d'échange global de la paroi extérieure.
9- Calculer la température de la salle non chauffée θ_x.

On donne :

m_a=0.01 kg/s, V=2 m/s, A_i=A_6=10 m², Cp=1005 J/kg.K, ρ=1,25 kg/m³, μ= 1,8 10^{-5} Pa.s, λ=0.025W/m.K, $\Delta\theta$=10 °C, L=3m, $\beta=1/T_i$ en K^{-1}, g=10 m/s², $Gr = g\, L^3\, \beta\, \Delta\theta\, \rho^2/\mu^2$, $Pr = \mu\, Cp/\lambda$, δ_p(épaisseur de la paroi)=0.30m, λ_p(conductivité thermique de la paroi)= 0.7 W/m.K, $F_{12}=\varepsilon=1$, σ=5,67 10^{-8} W/m².K⁴, θ_1(température de la paroi)=10°C, $\theta_i=\theta_2$(température intérieure)=20°C et dans le cas de rayonnement vers l'extérieur θ_2(température extérieure)=0°C

Remarque : θ en °C et $T = \theta + 273.15$ en K.

T.y

Concours d'entrée en première année de doctorat LMD, Décembre 2012

« **Ingénierie de l'énergie** »

Epreuve de Mécanique des Fluides

Département de Mécanique, Faculté de Technologie

Université de BATNA

Exercice 1 (10 points)

Considérons un écoulement stationnaire de l'huile à 20 ° C (ρ = 888 kg/m^3 et μ = 0.800 kg /m.S) dans un long tuyau de 5cm de diamètre et 40 m de longueur. Les pressions à l'entrée et la sortie du tuyau sont 745 et 97 kPa, respectivement. Déterminer la vitesse d'écoulement de l'huile dans le tuyau en supposant que ce dernier est :

1. Horizontal
2. incliné 15 ° vers le haut,
3. incliné 15 ° vers le bas,
4. Vérifiez que l'écoulement dans le tuyau est laminaire.

Exercice 2 (10 points)

Considérons un écoulement bidimensionnel incompressible et stationnaire. Le champ de vitesse est définie par : $u=ax+b$, $v=-ay+cx$, où (a,b,c)=cstes

1. Trouver l'expression de la pression en fonction de (x,y),
2. Trouver l'expression de la fonction de courant en fonction de (x,y).

.....Bonne Chance......

T. y

N°
....

EXERCICE N°1 (8 points)

Soit le problème aux limites suivant:

$$
(\mathrm{I})\begin{cases}
\dfrac{\partial u(x,t)}{\partial t}=\dfrac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}\ , \ 0<x<1, t>0 & (1)\\
u(x,0)=f(x)\ , \qquad 0\le x\le 1 & (2)\\
u(0,t)=u(1,t)=0\ , \quad t>0 & (3)
\end{cases}
$$

Supposons: $m=4,\ \Delta x=h=\dfrac{1}{m}=\dfrac{1}{4},\ \Delta t=\dfrac{1}{32},\ f(0)=f(1)=0,$
$f(0.25)=f(0.75)=0.177\ ,\ f(0.5)=0.25\ .$

1) En discrétisant le problème aux limites (I) par la méthode explicite nous obtenons un système d'équations algébriques dont la $i^{ème}$ équation correspondant à t_{j+1} est donnée par :

$\cancel{32\left[U_{i+1,j}-U_{i,j}\right]=16\left[U_{i+1,j}-2U_{i,j}+U_{i-1,j}\right]}$ ...

$i=$ ...3... et $j=$ ...3...

Ce système d'équations peut se mettre sous la forme matricielle :

$$
\begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} \dots^{*} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}
\begin{bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{bmatrix}
$$

* valeur numérique

N°

....

EXERCICE N°2 (6 points)

Soit le problème à la condition initiale suivant : **(I)** $\begin{cases} \dfrac{dy(t)}{dt} = (t+1)^2 - y \\ y(0{,}1) = 0{,}105 \end{cases}$

a) En utilisant la méthode d'Euler modifiée, nous obtenons l'expression de l'approximation de la solution exacte $y(t)$ du problème (I) à l'instant $t = 0{,}2$:

$y(0{,}2) \approx$ ....

a) En effectuant les calculs, nous obtenons :

$y(0{,}2) \approx$ ....

EXERCICE N°3 (6 points)

Sachant x et k, développer un algorithme qui calcule :

$$P = \frac{(x-1)(x-2)...(x-(k-1))(x-(k+1))...(x-n)}{(1)(2).(3)....(k-1)(k+1)...(n)}$$
