



Department of Materials Engineering
Final Exam - Heat Transfer
L3/GP - January 2024
1h35



No documents are allowed during the exam

Part 1 (7pts)

1-Demonstrate the heat flow equation for the following cases :

-A hollow cylinder that has an internal radius r_1 and an external radius r_2 , is subjected to a permanent heat transfer. The temperatures of its internal and external surfaces are T_1 and T_2 , respectively. The thermal conduction coefficient (λ) = $a(1+bT^2)$.

-Wall using poisson equation.

2- List the dimensionless variables that manage free and forced convection -justify their numbers

1-Démontrer l'équation de flux de chaleur pour les cas suivants :

-Un cylindre creux qui a un rayon interne r_1 et un rayon externe r_2 , est soumis à un transfert de chaleur permanent. Les températures de ses surfaces interne et externe sont T_1 et T_2 , respectivement. Si le coefficient de conduction thermique est donné par l'expression $\lambda = a(1+bT^2)$.

-Mur en utilisant l'équation de poisson.

2- Citer les variables adimensionnelles qui gèrent la convection libre et forcée -justifier leurs nombres.

Part 2 (13pts)

Problem N°1(5pts)

-An electrical resistance is considered to be a wire of length equal to 1 m with radius cross-section $r = 0.85$ cm. Its thermal conductivity λ is $15 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ with electrical resistivity of $\rho = 3.1510^{-5} \Omega \cdot \text{m}$. This resistance is immersed in a circulating water bath ($h = 0.09 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) which maintains the lateral surface of the wire at 90°C .

- Calculate :

1- The maximum temperature in the wire, if the current flowing through it has an intensity of $I = 258 \text{ A}$.

2- The new electric intensity for $T = 110^\circ\text{C}$ and $r = 0.3$ cm.

-On considère comme résistance électrique un fil de longueur égale à 1 m de section de rayon $r = 0,85$ cm. Sa conductivité thermique λ est de $15 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ avec une résistivité électrique de $\rho = 3,1510^{-5} \Omega \cdot \text{m}$. Cette résistance est plongée dans un bain d'eau circulante ($h = 0,09 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) qui maintient la surface latérale du fil à 90°C .

-Calculer :

1-La température maximale dans le fil, si le courant qui le traverse à une intensité de $I = 258 \text{ A}$.

2-La nouvelle intensité électrique pour $T = 110^\circ\text{C}$ et $r = 0,3$ cm.



Department of Materials Engineering
Final Exam - Heat Transfer
L3/GP - January 2024
1h35



Problem N°2 (5pts)

- Calculate the convection heat transfer coefficient for a vertical plate (25 cm wide and 55 cm high), its temperature is 184°F. That is exposed to nitrogen at 60 °F.
- Calculer le coefficient de transfert de chaleur par convection pour une plaque verticale (25 cm de largeur et 55 cm de hauteur), sa température est 184 °F. Celle-ci est exposée à l'azote à 60 °F.

Problem N°3 (3pts)

A tungsten filament at a temperature of 1700°F.

Un filament en tungstène à la température de 1700°F.

- Calculate: - Maximum wavelength.

- Calculer : - Longueur d'onde maximale.

- The flux density for $\lambda=1.8 \mu\text{m}$.

- La densité du flux pour $\lambda=1,8 \mu\text{m}$.

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ SI}$.

Appendix problem N°2

Geometry	Type Flow	Correlation	Conditions
Flat plate (Plaque plane)	Laminar	$\overline{Nu} = 0.664 Re^{0.5} Pr^{0.33}$	$0.6 < Pr < 50$
	Turbulent	$\overline{Nu} = 0.037 Re^{0.8} Pr^{0.33}$	
Vertical plate (Plaque verticale)		$\overline{Nu} = 0.59 Ra^{0.25}$	$10^4 \leq Ra \leq 10^9$
		$\overline{Nu} = 0.10 Ra^{0.33}$	$10^9 < Ra \leq 10^{13}$

(g) Nitrogen at 1 atm (101.325 kPa)

T (C)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg C)	k (W/mC)	μ (kg/m s)	ν (m ² /s)	Pr
-50	1.523	1042	0.0201	14.12×10^{-6}	9.28×10^{-6}	0.732
0	1.253	1041	0.0239	16.57×10^{-6}	13.23×10^{-6}	0.722
50	1.049	1041	0.0275	18.85×10^{-6}	17.97×10^{-6}	0.714
100	0.897	1043	0.0309	20.96×10^{-6}	23.37×10^{-6}	0.708
150	0.785	1047	0.0342	22.94×10^{-6}	29.22×10^{-6}	0.704
200	0.703	1053	0.0373	24.80×10^{-6}	35.30×10^{-6}	0.701
250	0.641	1060	0.0402	26.56×10^{-6}	41.45×10^{-6}	0.700
300	0.592	1069	0.0431	28.22×10^{-6}	47.67×10^{-6}	0.701
350	0.551	1080	0.0458	29.80×10^{-6}	54.10×10^{-6}	0.702
400	0.513	1091	0.0484	31.31×10^{-6}	61.01×10^{-6}	0.705
450	0.477	1103	0.0510	32.77×10^{-6}	68.71×10^{-6}	0.709
500	0.441	1115	0.0535	34.17×10^{-6}	72.51×10^{-6}	0.712
550	0.406	1128	0.0560	35.53×10^{-6}	87.52×10^{-6}	0.716
600	0.375	1140	0.0584	36.84×10^{-6}	98.35×10^{-6}	0.719
650	0.351	1152	0.0609	38.11×10^{-6}	108.7×10^{-6}	0.721
700	0.340	1162	0.0633	39.34×10^{-6}	115.7×10^{-6}	0.722