



Heat Transfer Tutorials Conduction-N°4

Problem N°4

Steam at 280°C flows in a stainless steel pipe ($\lambda_1 = 15 \text{ W/m-K}$) whose inner and outer diameters are 5 cm and 5.5 cm, respectively. The pipe is covered with 3-cm-thick glass wool insulation ($\lambda_2 = 0.038 \text{ W/m-K}$). Heat is lost to the surroundings at 5°C by natural convection, with a convective heat transfer coefficient of 22 $\text{W/m}^2\text{-K}$. Taking the heat transfer coefficient inside the pipe to be 80 $\text{W/m}^2\text{-K}$, determine the rate of heat loss from the steam per unit length of the pipe.

Problem N°5

A spherical vessel, 3 m in diameter (and negligible wall thickness), is used for storing a fluid at a temperature of 0°C. The vessel is covered with a 5.0-cm-thick layer of an insulation ($\lambda = 0.20 \text{ W/m-K}$). The surrounding air is at 25°C. The inside and outside heat transfer coefficients are 40 and 10 $\text{W/m}^2\text{-K}$, respectively.

-Calculate the steady rate of heat transfer and the temperature difference across the insulation layer.

Problem N°6

A copper alloy tube with a diameter of 2 mm has an electrical resistivity of $\rho = 2.10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, its length is 0.75 m and its thermal conductivity is $\lambda = 350 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. The external surface is in contact with a fluid with a surface coefficient $h = 100 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ and a temperature $T_f = 50^\circ\text{C}$.

-Calculate the maximum intensity of the current flowing through this conductor knowing that this alloy melts at 200°F.

Problem N°7

A wall with a thickness $e = 0.5 \text{ m}$, height $H = 3 \text{ m}$ and width $L = 1.8 \text{ m}$. The temperatures of the faces are respectively $T_0 = 610 \text{ K}$ and $T_1 = 350 \text{ K}$.

- Calculate the heat losses by conduction according to the following cases :

-a) λ as being constant and equal to 0.96 $\text{Kcal/hm}^\circ\text{C}$.

-b) $\lambda = \lambda_0 (1 + 0.08 T) \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$. with $\lambda_0 = 0.35 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$.

Problem N°8 (homework)

An electrical resistance consisting of a graphite core, surrounded by a glass envelope, itself coated with micanite (mixture of mica and phenolic resin acting as an electrical and thermal insulator).

1- How can you check the insulation of the micanite layer.

It's noted that 35% of the electrical energy dissipated in the resistance is lost by convection - radiation at 20°C with an exchange coefficient $h = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$. The thermal conductivity of micanite is $\lambda = 0.15 \text{ W/mK}$. The electrical characteristics of the resistance are : $P_e = 1 \text{ W}$, $R_e = 118 \Omega$. Its length is 30mm and its diameter is 6mm. ($r_2 = 1 \text{ mm}$, $r_3 = 1.5 \text{ mm}$)

2- Calculate the temperature at the graphite - glass interface.

3- Show the difference mathematically in the cases with and without insulation.



Heat Transfer Tutorials

Conduction-N°4



Problem N°9

An electrical resistance is considered to be a wire of length equal to 1 m with radius cross-section $r = 1.5$ mm. Its thermal conductivity λ is $20 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ and its linear resistance is $0.35 \text{ } \Omega/\text{m}$. This resistance is immersed in a circulating oil bath ($h = 0.14 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$) which maintains the lateral surface of the wire at 70°C . Evaluate the maximum temperature in the wire, if the current flowing through it has an intensity of $I = 450\text{A}$.

Problème N°4

La vapeur à 280°C circule dans un tube en acier inoxydable ($\lambda_1 = 15 \text{ W/m-K}$) dont les diamètres intérieur et extérieur sont respectivement de 5 cm et 5,5 cm. Le tube est recouvert d'une isolation en laine de verre, avec d'épaisseur 3 cm ($\lambda_2 = 0,038 \text{ W/m-K}$). La chaleur est perdue vers l'environnement à 5°C par convection naturelle, avec un coefficient de transfert de chaleur par convection de $22 \text{ W/m}^2\text{-K}$. le coefficient de transfert de chaleur à l'intérieur du tube égale à $80 \text{ W/m}^2\text{-K}$, déterminer le taux de perte de chaleur de la vapeur par unité de longueur du tube.

Problème N°5

Un récipient sphérique de 3 m de diamètre (et d'épaisseur de paroi négligeable) est utilisé pour stocker un fluide à une température de 0°C . Le récipient est recouvert d'une couche d'isolant de 5 cm d'épaisseur ($\lambda = 0,20 \text{ W/m-K}$). L'air ambiant est à 25°C . Les coefficients de transfert de chaleur intérieur et extérieur sont respectivement de 40 et $10 \text{ W/m}^2\text{-K}$. Calculer le taux de transfert de chaleur permanent et la différence de température à travers la couche d'isolant.

Problème N°6

Un tube en alliage de cuivre de 2mm de diamètre a pour résistivité électrique $\rho = 2.10^{-6} \text{ } \Omega\cdot\text{m}$, sa longueur est de 0,75 m et sa conductivité thermique est $\lambda = 350 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. La surface externe est en contact avec un fluide de coefficient superficiel $h = 100 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$ et de température $T_f = 50^\circ\text{C}$.

-Calculer l'intensité maximale du courant qui traverse ce conducteur sachant que cet alliage fond à 392°F .

Problème N°7

Un mur avec un épaisseur $e = 0,5$ m, de hauteur $H = 3$ m et largeur $L = 1,8$ m. Les températures des faces sont respectivement $T_0 = 500 \text{ K}$ et $T_1 = 333 \text{ K}$.

-Calculer les pertes de chaleur par conduction selon les cas suivant :

- λ Comme étant constante et égale à $0,96 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$.

- $\lambda = 0,35(1 + 0,08 T) \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$.

Problème N°8 (homework)

Soit d'une résistance électrique constituée d'un cœur en graphite, entouré d'une enveloppe de verre, elle-même enrobée de micanite (mélange de mica et de résine phénolique agissant comme isolant électrique et thermique).



Heat Transfer Tutorials

Conduction-N°4

1-Comment pouvez-vous vérifier l'isolation de la couche de micanite.

On note que 35% de l'énergie électrique dissipée dans la résistance est perdue par convection - rayonnement avec l'ambiance à 20°C avec un coefficient d'échange $h=15\text{W/m}^2\text{K}$. La conductibilité thermique de la micanite est $\lambda=0,15\text{W/mK}$. Les caractéristiques électriques de la résistance sont : $P_e=1\text{W}$, $R_e=118\Omega$. Sa longueur est de 30mm et son diamètre est de 6mm. ($r_2=1\text{mm}$, $r_3=1,5\text{mm}$)

2-Quelle est la température à l'interface graphite - verre ?

3- Montrer la différence mathématiquement dans les cas avec et sans isolant.

Problème N°9

Une résistance électrique est assimilée à un fil de longueur égal 1m et dont la section droite a pour rayon $r = 1,5\text{ mm}$. Sa conductivité thermique λ est de $20\text{ W/m}^\circ\text{C}$ et sa résistance linéique vaut $0,35\ \Omega/\text{m}$. Cette résistance est plongée dans un bain d'huile ($h = 0,14\text{ W/m}^2\text{C}$) en circulation qui maintient la surface latérale du fil à 70°C . Evaluer la température maximale dans le fil, si le courant qui le traverse a pour intensité $I=450\text{A}$.