Université Ziane Achour de Djelfa.
Faculté de science exacte et informatique.
Département physique

2019-2020
Module : TRANSFERT DE CHALEUR

Solution TD Transfert de Chaleur

(SERIE01)

Solution 01:

Certaines douches solaires sont constituées d'un sac plastique noir dans lequel on place de l'eau et que l'on expose au Soleil. Identifier le mode de transfert thermique :

a. Le transfert thermique du Soleil vers le sac se fait par rayonnement.
b. Le transfert thermique du sac vers l'eau se fait par conduction.
c. Le transfert thermique dans l'eau se fait par convection.

Solution 02:

En été et par beau temps, l'eau d'une piscine est à la température de 25 °C. La température de l'air est de 30 °C et celle du sol qui entoure la piscine est de 17 °C. Dans cette situation:

- Il y a des transferts thermiques par conduction entre la piscine et le sol qui l'entoure, entre l'eau de la piscine et la couche d'air à son contact.
- Il y a des transferts thermiques par convection dans l'eau de la piscine, dans l'air.
- Il y a des transferts thermiques par rayonnement entre le Soleil et la piscine, et entre le soleil et le sol.

Solution 03:

1°) T (K) = T (°C) + 273.15

T (°F) = 1.8* T (°C) + 32

T (°R) = 1.8 * T (°C) + 491.67

T (°C)	T (K)	T (°F)	T (°R)
100	**373.15**	**212**	**631.67**
50	**323.15**	**122**	**581.67**
0	**273.15**	**32**	**491.67**
-17.78	**255.37**	**0**	**459.67**
-273.15	**0**	**-459.67**	**0**

2°) *a)* T (°F) = 1.8*T (°C) + 32 avec : T (°F) = T (°C) = x

X = -32/0.8 = -40

b) 0°R = 0K

Solution 04:

On a: $\Delta T\ (K) = \Delta T\ (°C)$ $\Delta T\ (°F) = 1.8 * \Delta T\ (°C)$ $\Delta T\ (°R) = 1.8 * \Delta T\ (°C)$

1)

$$\frac{1Btu}{1lb * 1F} = \frac{1055J}{0.4535kg * \frac{1}{1.8}°C} = 4187\frac{J}{kg.k} = \frac{4187}{4185}\frac{cal}{g.°C} = 1\frac{cal}{g.°C}$$

2)

$$\sigma = 5.61 * 10^{-8}\frac{\mathrm{w}}{\mathrm{m^2k^4}} = 5.67 * 10^{-8}\frac{3.41214\ \frac{\mathrm{Btu}}{\mathrm{h}}}{(3.2808\ \mathrm{ft})^2(1.8\ \mathrm{R})^4} = 0.171 * 10^{-8}\ \frac{\mathrm{Btu}}{\mathrm{h.ft^2R^4}}$$

3) Le facteur de conversion entre °C et °F est donne par : 1°C = 1.8°F

$$1\frac{w}{m^2°C} = \frac{3.41214\ \frac{Btu}{h}}{(3.2808\ \mathrm{ft})^2(1.8°F)} = 0.1761\ \frac{\mathrm{Btu}}{\mathrm{hft^2°F}}$$

Solution 05:

1) Le flux thermique qui traverse :

a. la plaque de cuivre est:

$$\emptyset = \frac{Q_{Cu}}{\Delta t} = \frac{4.4 \times 10^6}{15 \times 60} = 4.9 \times 10^3\mathrm{w}$$

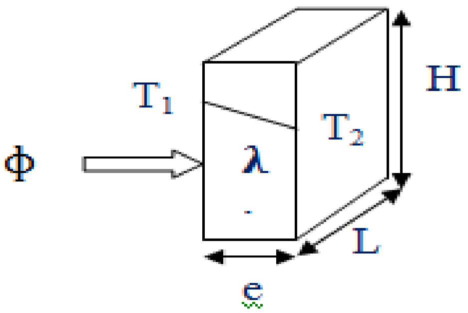
b. la plaque d'aluminium est :

$$\emptyset = \frac{Q_{Al}}{\Delta t} = \frac{(T_1 - T_2)}{R_{Th}} = \frac{5.0}{1.7 \times 10^{-2}} = 2.9 \times 10^2\mathrm{w}$$

2) Pour des dimensions identiques, le flux thermique qui traverse une plaque d'aluminium est moins important que celui qui traverse une plaque de cuivre. Le flux thermique est l'énergie transférée à travers une surface par unité de temps. Le cuivre est donc le métal qui transfère le plus rapidement l'énergie thermique.

Solution 06:

Calcule de la perte de chaleur :



Les donnes : e = 0.35m, H = 3.5m,

L = 5.7 m, $T_1 = 22°C$, $T_2 = 10°C$

D'après la loi de Fourier : $\overrightarrow{\Phi} = -\lambda\, S\, \overrightarrow{\mathrm{grad}\ T}$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{dT}{dx} \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S}\int_0^e dx = -\lambda_i\ \int_{T_1}^{T_2} dT \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S}(e - 0) = -\lambda_i\ (T_2 - T_1)$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{(T_2 - T_1)}{e} = \lambda_i\, S\, \frac{(T_1 - T_2)}{e} = \lambda_i\, S\, \frac{\Delta T}{e}$$

$$\emptyset_i = \lambda_i\, (L \times H)\frac{(T_1 - T_2)}{e}$$

(A.N):

$$\phi = 0.805\frac{\text{kcal}}{\text{h. m. °C}} \times (5.7 \times 3.5)\text{m}^2\, \frac{(22-10)\text{°C}}{0.35\text{m}}$$

$$\phi = 550.62\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Solution 07:

Calcule de la conductivité thermique :

Les donnes : e = 0.40 mm, $\phi = 125\,\frac{\text{kcal}}{\text{h.m}^2}$, $\Delta T = 25°C$

D'après la loi de Fourier : $\overrightarrow{\phi} = -\lambda\, S\, \overrightarrow{\text{grad T}}$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{dT}{dx} \;\rightarrow\; \varphi_i \int_0^e dx = -\lambda_i \int_{T_1}^{T_2} dT \rightarrow \varphi_i(e-0) = -\lambda_i\;(T_2 - T_1)$$

$$\varphi_i = -\lambda_i\, \frac{(T_2 - T_1)}{e} = \lambda_i\, \frac{\Delta T}{e} \rightarrow \lambda_i = \frac{\varphi_i.\, e}{\Delta T}$$

$$\lambda_i = \frac{\varphi_i.\, e}{\Delta T} = \frac{125\,\frac{\text{kcal}}{\text{h. m}^2} \times 40 \times\, 10^{-3}\text{m}}{25\text{°C}} = 0.2\frac{\text{kcal}}{\text{h. m. °C}}$$

Solution 08:

Calcule du flux thermique :

Les donnes : e = 20 cm, S = 2 m^2 , $\Delta T = 10°C$

D'après la loi de Fourier :

$$\overrightarrow{\phi} = -\lambda\, S\, \overrightarrow{\text{grad T}}$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{dT}{dx} \;\rightarrow\; \frac{\emptyset_i}{S}\int_0^e dx = -\lambda_i \int_{T_1}^{T_2} dT \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S}(e-0) = -\lambda_i\;(T_2 - T_1)$$

1.

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{(T_2 - T_1)}{e} = \lambda_i\, S\, \frac{(T_1 - T_2)}{e} = \lambda_i\, S\, \frac{\Delta T}{e}$$

1. De Laine :

$$\emptyset_1 = \lambda_1 \, S \, \frac{\Delta T}{e} = 0.074.\frac{w}{m.°C} \times 2.m^2 \times \frac{10°C}{20 \times 10^{-2} m} = 7.4 \ w$$

2. De L'amiante :

$$\emptyset_2 = \lambda_2 \, S \, \frac{\Delta T}{e} = 0.15.\frac{w}{m.°C} \times 2.m^2 \times \frac{10°C}{20 \times 10^{-2} m} = 15 \ w$$

3. De Brique :

$$\emptyset_3 = \lambda_3 \, S \, \frac{\Delta T}{e} = 0.7.\frac{w}{m.°C} \times 2.m^2 \times \frac{10°C}{20 \times 10^{-2} m} = 70 \ w$$

4. De Cuivre :

$$\emptyset_4 = \lambda_4 \, S \, \frac{\Delta T}{e} = 355.\frac{w}{m.°C} \times 2.m^2 \times \frac{10°C}{20 \times 10^{-2} m} = 35500 \ w$$

D'après les valeurs du flux de chaleur, nous remarquons :

$$\boldsymbol{\emptyset_4 > \emptyset_3 > \emptyset_2 > \emptyset_1}$$

Puisque : $\boldsymbol{\lambda_4 > \lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1}$

Solution 09:

1) Calcule le flux traversant une vitre :

Les donnes : e = 3.5 m, S = 1 m^2 , T_1 = 10°C, T_2 = 5°C, λ_v = 0,7 $W.m^{-1}.K^{-1}$

D'après la loi de Fourier :

$$\vec{\phi} = -\lambda \, S \, \overrightarrow{\text{grad } T}$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i \, S \, \frac{dT}{dx} \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S} \int_0^e dx = -\lambda_i \int_{T_1}^{T_2} dT \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S}(e - 0) = -\lambda_i \, (T_2 - T_1)$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i \, S \, \frac{(T_2 - T_1)}{e} = \lambda_i \, S \, \frac{(T_1 - T_2)}{e}$$

$$\emptyset_i = \lambda_i \, S \, \frac{(T_1 - T_2)}{e}$$

(A.N):

$$\emptyset_i = 0.7 \frac{w}{m\,k} \times 1.m^2 \times \frac{[(10 + 273.15) - (5 + 273.15)]k}{3.5m} = 1 \ w$$

Déduire la valeur de la conductivité thermique :

$$\emptyset_i = \frac{\Delta T}{R_{th}} \rightarrow R_{th} = \frac{\Delta T}{\emptyset_i} = \frac{(T_1 - T_2)}{\emptyset_i} = \frac{[(10 + 273.15) - (5 + 273.15)]k}{1 \ w} = 5 \ k/w$$

1) Calcule le flux traversant le mur de brique :

Les donnes : e = 26 m, S = 1 m^2 , T_1 = 10°C, T_2 = 5°C, λ_b= 0.52 $W.m^{-1}. K^{-1}$
D'après la loi de Fourier :

$$\vec{\phi} = -\lambda\, S\, \overrightarrow{\text{grad T}}$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{dT}{dx} \;\rightarrow\; \frac{\emptyset_i}{S}\int_0^e dx = -\lambda_i \int_{T_1}^{T_2} dT \rightarrow \frac{\emptyset_i}{S}(e-0) = -\lambda_i\; (T_2 - T_1)$$

$$\emptyset_i = -\lambda_i\, S\, \frac{(T_2 - T_1)}{e} = \lambda_i\, S\, \frac{(T_1 - T_2)}{e}$$

$$\emptyset_i = \lambda_i\, S\, \frac{(T_1 - T_2)}{e}$$

(A.N):

$$\emptyset_i = 0.52\frac{w}{m\,k} \times 1.m^2 \times \frac{[(10+273.15)-(5+273.15)]k}{26\ m} = 0.1\ w$$

Déduire la valeur de la conductivité thermique :

$$\emptyset_i = \frac{\Delta T}{R_{th}} \rightarrow R_{th} = \frac{\Delta T}{\emptyset_i} = \frac{(T_1 - T_2)}{\emptyset_i} = \frac{[(10+273.15)-(5+273.15)]k}{0.1\ w} = 50\ \ k/w$$