



République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université de Gabès
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès

Réf : DE-EX-01

Indice : 4

Date :

EPREUVE D'EVALUATION

Année Universitaire : 2020/2021		Date de l'Examen : 19/06/2021	
Nature : <input type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/> Examen <input type="checkbox"/> DR		Durée : <input type="checkbox"/> 1h <input type="checkbox"/> 1h30min <input checked="" type="checkbox"/> 2h <input type="checkbox"/> 3h	
Diplôme : <input type="checkbox"/> Mastère <input checked="" type="checkbox"/> Ingénieur		Nombre de pages : 3	
Section : <input type="checkbox"/> GCP <input checked="" type="checkbox"/> GCV <input type="checkbox"/> GEA <input type="checkbox"/> GCR <input type="checkbox"/> GM		Enseignant (e) : Salma SOUISSI	
Niveau d'étude : <input checked="" type="checkbox"/> 1 ^{ère} <input type="checkbox"/> 2 ^{ème} <input type="checkbox"/> 3 ^{ème} année		Documents Autorisés : <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
Matière : Transfert thermique		Remarque : Calculatrice autorisée	

Exercice 1

Vous souhaitez isoler la paroi intérieure d'un mur d'une maison. Ce mur en brique, d'épaisseur $e_B = 0.10 \text{ m}$, a une conductivité thermique $\lambda_B = 0.72 \text{ W/m.C}$.

1) Déterminez l'épaisseur de la couche d'isolant (laine de verre, $\lambda_L = 0.043 \text{ W/m.C}$) à installer pour limiter les pertes thermiques à une valeur de 50 W/m^2 dans les conditions suivantes d'utilisation :

- température intérieure de la pièce $T_1 = 30^\circ\text{C}$
- température extérieure de l'air $T_2 = -2^\circ\text{C}$
- coefficient de transfert de chaleur dans la pièce $h_1 = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$
- coefficient de transfert de chaleur à l'extérieur $h_2 = 100 \text{ W/m}^2\text{C}$

2) Quelles seraient les pertes thermiques sans isolation ?

Commentez les résultats

Exercice 2

Un fluide, à une température $T_F = 150^\circ\text{C}$, s'écoule dans un tube d'acier (rayon intérieur $r_1 = 0.023 \text{ m}$, rayon extérieur $r_2 = 0.026 \text{ m}$) de conductivité thermique $\lambda_A = 12 \text{ W/m.K}$. Le coefficient de transfert par convection, h_F entre le fluide et la paroi interne du tube est égal à $450 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ce tube est recouvert d'un isolant (rayon externe $r_3 = 0.050 \text{ m}$) de conductivité thermique $\lambda_{ISO} = 0.05 \text{ W/m.K}$. L'air environnant est à la température $T_{AIR} = 35^\circ\text{C}$, et le coefficient d'échange à la surface de l'isolant vaut $h_{AIR} = 5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

1) Trouvez l'expression des pertes thermiques, par unité de longueur de tube, pour les conditions indiquées ci-dessus.

c) L'augmentation de l'épaisseur d'isolation réduirait-elle les pertes thermiques ? Justifiez votre réponse.

Exercice 3

Un cylindre horizontal de 5 mm de diamètre est immergé dans de l'eau à 18°C. Si la température de la surface du cylindre est de 56°C, déterminer les pertes de chaleur due à la convection par mètre de longueur de cylindre

Données pour l'eau en SI: $\rho = 993$, $\beta = 361.2 \cdot 10^{-6}$, $\nu = 6.99 \cdot 10^{-7}$, $\lambda = 0.628$, $\alpha = 1.514 \cdot 10^{-7}$, $Pr = 4.62$,

On donne :

$$Ra = Gr \cdot Pr = \frac{\beta \cdot g \cdot \Delta T \cdot D^3}{\nu \alpha}$$

$$Nu = \left\{ 0.6 + \frac{0.387 \cdot Ra^C}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr} \right)^{8/27} \right]} \right\}^n ; \begin{cases} \text{régime laminaire si } Ra < 10^9: C = \frac{1}{6}, n = 2 \\ \text{régime turbulent si } Ra > 10^9: C = \frac{1}{9}, n = 3 \end{cases}$$

Exercice 4

Les murs d'une pièce climatisée de 5.5m de longueur, de 5m de largeur et de 3.1m de hauteur sont constitués par :

- Une couche d'accrochage $e_1 = 0.6\text{cm}$, $\lambda_1 = 1.39 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Un enduit ciment $e_2 = 2\text{cm}$, $\lambda_2 = 1.16 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Un enduit plâtre $e_3 = 2\text{cm}$, $\lambda_3 = 0.46 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

La porte en bois a une largeur de 80cm et une hauteur égale à 2m. L'épaisseur de la porte est égale à $e_4 = 3\text{cm}$, et la conductivité thermique du bois est égale à $\lambda_4 = 1.75 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

La fenêtre en verre a une largeur égale à 1.2m et une hauteur égale à 1m. L'épaisseur de la fenêtre est égale à $e_5 = 3\text{mm}$ et la conductivité thermique du verre est $\lambda_5 = 0.7 \text{ kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

Les planchers haut et bas sont construits par :

- Une dalle en béton armé $e'_1 = 17\text{cm}$, $\lambda'_1 = 1.8 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Une couche de sable $e'_2 = 2.5\text{cm}$, $\lambda'_2 = 1 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Une couche de mortier de pose $e'_3 = 2.5\text{cm}$, $\lambda'_3 = 1.8 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Un enduit sous plafond $e'_4 = 1.6\text{cm}$, $\lambda'_4 = 0.46 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$

La température extérieure est de 30°C, la température intérieure est de 12°C. Les coefficients de transfert par convection interne et externe sont respectivement: $h_i = 6 \text{ W/m}^2.\text{°C}$, $h_e = 9 \text{ W/m}^2.\text{°C}$

1/ Calculer la résistance thermique de la surface latérale de la pièce.

Pos murs

- 2/ En tenant en compte le transfert par convection interne et externe, calculer la résistance thermique des planchers haut et bas.
- 3/ Montrer que la température en tout point du mur s'écrit sous la forme $\Delta T=0$ dans le cas d'un régime stationnaire et sans source de chaleur.
- 4/ Calculer le flux de chaleur échangé entre la pièce et le milieu extérieur.
- 5/ Indiquer le nombre de radiateurs que l'on doit installer dans le local pour maintenir une différence de température de 18°C entre les faces intérieures et extérieures, sachant que la puissance de chaque radiateur est de 500W.

On donne $1 \text{ kcal.h}^{-1}=1.163\text{W}$

Bon courage



République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université de Gabès
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès

Réf : DE-EX-01

Indice : 4

Date :

EPREUVE D'EVALUATION

Année Universitaire : 2020/2021

Date de l'Examen : 02/04/2021

Nature : ☒ DC ☐ Examen ☐ DR

Durée : ☐ 1h ☒ 1h30min ☐ 2h ☐ 3h

Diplôme : ☐ Mastère ☒ Ingénieur

Nombre de pages : 2

Section : ☐ GCP ☒ GCV ☐ GEA ☐ GCR ☐ GM

Enseignant (e) : Salma SOUSSI

Niveau d'étude : ☒ 1^{ère} ☐ 2^{ème} ☐ 3^{ème} année

Documents Autorisés : ☐ Oui ☒ Non

Matière : Transfert thermique

Remarque : Calculatrice autorisée

Exercice1

Que signifient les termes suivants :

- a- Conductivité thermique
- b- Résistance thermique
- c- Convection forcée

Montrer que dans le cas d'un régime stationnaire et sans source de chaleur, l'équation de chaleur s'écrit sous la forme : $\Delta T=0$

Exercice2

Déterminer les déperditions thermiques au travers d'une surface vitrée de 1m^2 dans les deux cas suivants : (On supposera que les échanges des deux côtés intérieur et extérieur s'effectuent par convection thermique de coefficients d'échange identique égal à h)

1. Vitrage simple d'épaisseur $e = 4\text{mm}$

2. Vitrage double distant de 6mm

3. Comparer les résultats obtenus

On donne : $T_{\infty 1}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\lambda_{\text{verre}}=1,2\text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ $h=1,2\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_{\infty 2}=0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\lambda_{\text{Air}}=0,02\text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Exercice3

Un garage réalisé en sapin d'épaisseur 5 cm doit être aménagé. Le propriétaire voulant y installer une partie atelier décide de l'isoler. Il fixe sur la totalité des murs une cloison constituée de polystyrène d'épaisseur 12 cm accolée à une couche de plâtre de 2 cm d'épaisseur. La surface ainsi recouverte est de $S = 50\text{ m}^2$.

1) Sachant que la conductivité thermique du sapin est $\lambda_s = 0,15 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$, calculer la résistance thermique des murs avant l'isolation.

2) Calculer la résistance thermique de ces murs après l'isolation.

On donne les conductivités thermiques du polystyrène et du plâtre.

$\lambda_{\text{polystyrène}} = 0,045 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$ et $\lambda_{\text{plâtre}} = 0,35 \text{ W/(m.}^\circ\text{C)}$.

3) Calculer le flux thermique Φ à travers la surface du mur lorsque la température extérieure est à 0°C et que celle du garage atteint 18°C .

Exercice 4

Un fil électrique en aluminium à section circulaire de 0.8mm de longueur et de 1.3mm de diamètre, est caractérisé par une résistivité électrique égale à $\rho_e = 0.035 \Omega \text{ mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ est refroidi dans un jet d'air sec perpendiculaire à son axe de révolution. La vitesse d'air loin de la surface du fil est égale à $v = 1.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, la température de l'air est égale à 30°C .

Les paramètres thermo physique de l'air à 50°C sont :

- Conductivité thermique de l'air : $\lambda = 0.0283 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Viscosité cinématique de l'air : $\nu = 17.95 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- Nombre de Prandtl : $Pr = 0.698$

1) Calculer le coefficient de transfert par convection h à la surface du fil.

2) Déterminer l'intensité du courant maximale autorisée si la température du fil ne doit pas dépasser $T_{\text{fil}} = 70^\circ\text{C}$

On donne l'expression du nombre de Nusselt :

- convection forcée : $Nu = 0.68 Re^{0.46} Pr^{0.4}$

- convection libre : $Nu = 0.36 + \frac{0.52(1.32 \cdot Pr)^{1/4}}{(1 + (\frac{0.6}{Pr})^{9/16})^{4/9}}$

$$Re = 115.84$$

$$Gr = 18.63$$

$$I = 0.542 \text{ A}$$

Bon courage