

Fiche TD N=3

Exercice 1

Un réservoir sphérique utilisé dans l'industrie chimique a un diamètre intérieur $d_{int} = 1,5$ m et sa paroi est faite de trois couches :

- la première en acier a l'épaisseur $\delta_1 = 2$ mm et $\lambda_1 = 42$ W/mK :
- la deuxième en asbeste a l'épaisseur $\delta_2 = 10$ mm et $\lambda_2 = 0,128$ W/mK :
- la troisième en acier a l'épaisseur $\delta_3 = 3$ mm et $\lambda_3 = 42$ W/mK.

Les couches sont indiquées dans l'ordre de leur position de l'intérieur vers l'extérieur. Sachant que les coefficients superficiels de transfert thermique sont à l'intérieur $h_1 = 400$ W/m²K et à l'extérieur $h_2 = 30$ W/m²K et que la température du fluide à l'intérieur du réservoir est de 473K et la température de l'air ambiant est de 293K, on demande :

- a) la résistance thermique totale de la structure ;
- b) le flux total qui traverse la structure ;
- c) le coefficient de transfert thermique global ;
- d) les températures dans les surfaces de contact entre les couches ;
- e) la conductivité thermique équivalente, si on considère que le reservoir est fait d'un seul matériau.

Exercice 2

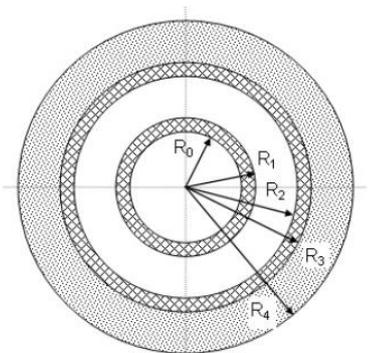
Le dispositif représenté par le schéma, supposé à symétrie sphérique, est destiné à isoler thermiquement de l'extérieur une cavité, initialement remplie d'azote liquide. La paroi $r = R_0$ est donc maintenue à 80 K. Un petit événement, que l'on négligera, impose la pression atmosphérique dans la cavité.

La face externe de la première enceinte métallique $R_0 < r < R_1$ et la face interne de la seconde $R_2 < r < R_3$ sont polies, de telle façon que les échanges radiatifs soient négligeables. L'espace intermédiaire $R_1 < r < R_2$ est rempli d'air.

La deuxième enceinte métallique est entourée d'une couche d'isolant thermique $R_3 < r < R_4$. La surface externe du dispositif $r = R_4$ est baignée par l'air ambiant à la température $T_{ex} = 25^\circ\text{C}$. On ne considèrera qu'un transfert convectif avec une valeur constante hc du coefficient de transfert.

1. Calculer les pertes thermiques à travers l'enceinte.
2. Calculer au bout de combien de temps la moitié de l'azote liquide sera vaporisée.

$R_0 = 0,146$ m
$R_1 = 0,150$ m
$R_2 = 0,200$ m
$R_3 = 0,204$ m
$R_4 = 0,300$ m
$\lambda_{air} = 0,025$ W/m. $^\circ\text{C}$
$\lambda_{m\acute{e}tal} = 15$ W/m. $^\circ\text{C}$
$\lambda_{isolant} = 0,010$ W/m. $^\circ\text{C}$
$h_c = 10$ W/m ² . $^\circ\text{C}$



Données :

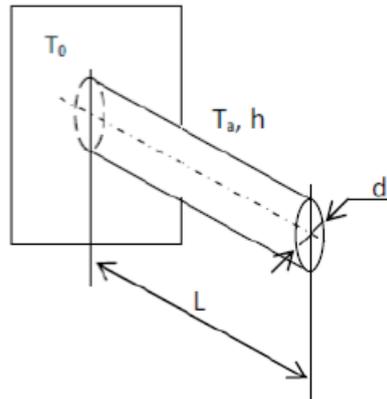
Masse volumique de l'azote $\rho = 808$ kg/m³. Chaleur latente de vaporisation à la pression atmosphérique $L_V = 2.105$ J/kg à 80 K.

Exercice 3

Une tige en aluminium ($k_{al}=200\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$) de 4 cm de diamètre et 13 cm de longueur implantée dans un mur maintenu à une température de 238°C (voir figure ci-contre).

La tige est exposée à un environnement de 21°C . Le coefficient de transfert de chaleur par convection est $14\text{W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$.

Calculez le flux de chaleur perdu par cette tige.



Exercice 4

Trois ailettes en aluminium ($k_{Al}=200\text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$), ayant des diamètres différents (4, 6 et 8) mm avec une longueur de 6cm sont exposées à un environnement convectif de ($T_a=18^{\circ}\text{C}$ et $h=40\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$). La température de base pour chacune des ailettes est de 192°C .

1. Calculer le flux de chaleur (f) pour chaque ailette;
2. Calculer l'efficacité de chaque ailette;
3. Expliquer la variation de (f) en fonction de diamètre pour ces trois ailettes.