



**Institut National Polytechnique- Cycle Préparatoire -2ème année**  
**Examen de transports et transferts thermiques du 13 décembre 2017**

Durée : 1 h 30

*Aucun document n'est autorisé. La calculatrice fournie par la prépa est autorisée.*

*Le correcteur est sensible à la lisibilité des copies ainsi qu'à l'orthographe.*

### **Diffusion dans un tuyau poreux**

On considère l'état stationnaire de diffusion gazeuse dans un tube cylindrique de rayon  $R$  et de très grande longueur  $L$ . Les concentrations (densités volumiques) des molécules diffusantes sont maintenues constantes :  $n_0$  en  $x = 0$  ;  $n_1$  en  $x = L$ . Le coefficient de diffusion est  $D$ .

Le tube est -de plus- légèrement poreux ; ainsi des molécules diffusent vers l'extérieur à travers la paroi latérale, d'épaisseur  $e \ll R$ , caractérisée par un coefficient de diffusion  $D' \ll D$ .

1. Effectuer le bilan du flux de molécules, à l'état stationnaire, dans une tranche de longueur  $dx$ . En déduire une relation entre la densité de courant  $j_n$  dans le tube et la concentration  $n$ .
2.
  - a. Écrire l'équation de la diffusion qui régit  $n(x)$  à l'état stationnaire. La résoudre pour les conditions aux limites données ; pour cela, on pourra poser  $\alpha = \sqrt{\frac{2D'}{eRD}}$ .
  - b. Étudier le cas  $\alpha L \gg 1$ .

### **Isolation thermique d'une canalisation**

Un fluide circule à l'intérieur d'une canalisation cylindrique que l'on suppose infiniment longue. Elle est entourée d'un manchon cylindrique isolant. On note  $r_i$  et  $r_e$  les rayons intérieur et extérieur du manchon et  $\lambda$  sa conductivité thermique. On suppose le régime stationnaire atteint. La température imposée par le fluide sur la face interne du manchon ( $r_i$ ) est  $T_i$  ; la face externe ( $r_e$ ) au contact de l'air est à la température  $T_e$  ( $T_i > T_e$ ).

1. Indiquer les variables dont dépend la température  $T$  du manchon à une distance  $r$  de l'axe ( $r_i < r < r_e$ ).
2. Ecrire l'équation différentielle satisfaite par  $T$ . En déduire les expressions de  $T_i - T$  et  $\frac{dT}{dr}$  en fonction de  $r$ ,  $r_i$ ,  $r_e$ ,  $T_i$  et  $T_e$ .
3. Énoncer la loi de Fourier et déterminer l'équation aux dimensions du coefficient de conductivité thermique  $\lambda$ .
4. Calculer la puissance thermique traversant le manchon sur une longueur  $L$  à une distance  $r$  de l'axe. En déduire la résistance thermique du manchon sur une longueur  $L$ .