

Exercices notés en temps limité

20/11/09 durée 40mn, *tout document autorisé* et calculatrice

Enoncé:

Refroidissement d'un fil électrique

On se donne un fil électrique de longueur $L = 10\text{cm}$ de section $s = 2.5\text{mm}^2$ est chauffé par effet Joule, il est porté à la température $T_0 = 50^\circ\text{C}$. Au temps $t = 0$, on coupe l'alimentation, le fil se refroidit par convection naturelle de facteur $h = 25\text{W/m}^2/\text{K}$, on donne $c_p = 380\text{J/kg/K}$ et $\rho = 9000\text{kg/m}^3$. La température extérieure est de $T_e = 20^\circ\text{C}$.

- 1) Écrire l'équation de conservation de l'énergie pour $t \geq 0$.
- 2) Quelle est la température au temps $t = 0$, au temps $t = \infty$?
- 3) Écrire l'équation d'évolution de la température en fonction du temps.
- 4) Quelle est la température au bout de 1 minute, de 5 minutes?
- 5) Tracer l'allure de la courbe $T(t)$.

Double Mur

On se donne un mur composé de briques et de plâtre. On donne $k_b = 0.5\text{W/m/K}$, l'épaisseur de brique est $e_b = 10\text{cm}$ et $k_p = 0.35\text{W/m/K}$ pour une épaisseur de $e_p = 5\text{cm}$. le mur fait 2m par 3. La température intérieure est de 20°C , la température extérieure est 10°C .

- 1) Rappeler l'équation de la chaleur en 1D stationnaire.
- 2) Montrer que le flux de chaleur q est constant.
- 3) Écrire les conditions aux limites pour le mur en $x = 0$ et en $x = e_b + e_p$.
- 4) Exprimer le flux dans le plâtre et dans la brique.
- 5) Donner l'expression littérale de la température $T_p = T(x = e_b)$ en fonction des données.
- 6) Quelle est la valeur de T_p en Celcius?
- 7) Quelle est la valeur numérique du flux total sortant et de la densité de flux?

Exercices notés en temps limité

20/11/09 durée 40mn, *tout document autorisé* et calculatrice

Enoncé:

Refroidissement d'un fil électrique

On se donne un fil électrique de longueur $L = 10\text{cm}$ de section $s = 2.5\text{mm}^2$ est chauffé par effet Joule, il est porté à la température $T_0 = 50^\circ\text{C}$. Au temps $t = 0$, on coupe l'alimentation, le fil se refroidit par convection naturelle de facteur $h = 25\text{W/m}^2/\text{K}$, on donne $c_p = 380\text{J/kg/K}$ et $\rho = 9000\text{kg/m}^3$. La température extérieure est de $T_e = 20^\circ\text{C}$.

- 1) Écrire l'équation de conservation de l'énergie pour $t \geq 0$.
- 2) Quelle est la température au temps $t = 0$, au temps $t = \infty$?
- 3) Écrire l'équation d'évolution de la température en fonction du temps.
- 4) Quelle est la température au bout de 1 minute, de 5 minutes?
- 5) Tracer l'allure de la courbe $T(t)$.

Double Mur

On se donne un mur composé de briques et de plâtre. On donne $k_b = 0.5\text{W/m/K}$, l'épaisseur de brique est $e_b = 10\text{cm}$ et $k_p = 0.35\text{W/m/K}$ pour une épaisseur de $e_p = 5\text{cm}$. le mur fait 2m par 3. La température intérieure est de 20°C , la température extérieure est 10°C .

- 1) Rappeler l'équation de la chaleur en 1D stationnaire.
- 2) Montrer que le flux de chaleur q est constant.
- 3) Écrire les conditions aux limites pour le mur en $x = 0$ et en $x = e_b + e_p$.
- 4) Exprimer le flux dans le plâtre et dans la brique.
- 5) Donner l'expression littérale de la température $T_p = T(x = e_b)$ en fonction des données.
- 6) Quelle est la valeur de T_p en Celsius?
- 7) Quelle est la valeur numérique du flux total sortant et de la densité de flux?

1 Correction

- 1) $\rho c_p V \frac{dT}{dt} = -hS(T - T_e)$ avec $V = Ls$ et $S = 2\pi(\sqrt{s/\rho i})L$. 2) $T(0) = T_0$, $T(\infty) = T_e$
- 3) On trouve $T = T_e + (T_0 - T_e)e^{-t/\tau}$ avec $\tau = \rho c_p V/hS = 61s$.
- 4) la constante de temps est environ 1 minute, donc au bout de 5 minutes on est au temps "infini"!

- 1) $dq/dx = 0$
- 2) $dq/dx = 0$ donc q est constant.
- 3) En $x = 0$ on a $T = T_e$, en $x = e_b + e_p$ on a $T = T_i$.
En $x = 0$ la température est notée T_i en $x = e_v$ la température est notée T_e .
- 4) $q = -k_b(T_p - T_e)/e_b = -k_p(T_i - T_p)/e_p$.
Donc $T_p = (k_b T_e/e_b + k_p T_i/e_p)/(k_b/e_b + k_p/e_p)$.
- 5) $T_p = 16^\circ C$
- 6) $q = -29.2$, $qS = 175W$.