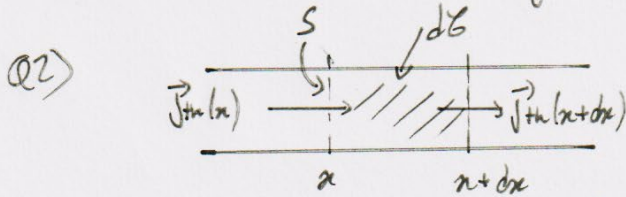


L'IGLOO (CCP - TPC - 2022)

Q1) loi de Fourier : loi phénoménologique qui engendre un courant thermique des zones "chaudes" vers les zones "froides".



Paire d'énergie appliquée à la tranche dG : $dU = \delta Q_{ch} + \delta Q_c$ où $\delta Q_c = 0$

$$\text{f. q } \begin{cases} dU = U(t+dt, x) - U(t, x) = \frac{dU}{dt} \cdot dt dG = \rho c \frac{\partial T}{\partial t} dt dG \\ \delta Q_{ch} = [Q(x, t) - Q(x+dx, t)] dt = -\frac{\partial Q}{\partial x} dx dt = -\frac{\partial J_{th}}{\partial x} S dx dt \end{cases}$$

$$\text{d'où } \rho c \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial J_{th}}{\partial x}$$

$$\text{or } \vec{J}_{th} = -\frac{\partial T}{\partial x} \vec{u}_x \Rightarrow \underline{\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}}$$

Q3) Soit $\tau = \frac{\rho c}{\lambda} L^2$, on reconnaît $D_{th} = \frac{\lambda}{\rho c}$

$\Rightarrow \tau = \frac{L^2}{D_{th}}$ qui s'exprime en s et représente le temps caractéristique de diffusion

Q4) Le phénomène de diffusion thermique est inévitable car :

- le transfert thermique a toujours lieu des zones chaudes vers les zones froides.
- Si on remplace t en $-t$ l'équation de diffusion change de forme...

Q5) En régime stationnaire $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ d'où $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$

$$\Rightarrow T(x) = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{L} x$$

Q6) Par définition $\Phi_{12} = \iint_S \vec{j}_{th} \cdot d\vec{S} = \iint_S \left(-\lambda \frac{T_2 - T_1}{L} \right) dS$

$$\Rightarrow \Phi_{12} = \frac{\lambda S}{L} (T_1 - T_2)$$

Q7) Par analogie avec la loi d'Ohm : $T_1 - T_2 = R_{th} \cdot \Phi_{12}$

$$\Rightarrow R_{th} = \frac{L}{\lambda S}$$

Q8)

Grandeurs	Electrocinétique	Thermique
DDP	$V_1 - V_2$	$T_1 - T_2$
Résistance	R	R_{th}
Flux de \vec{j}	I_{12}	Φ_{12}
Conductivité	γ	λ

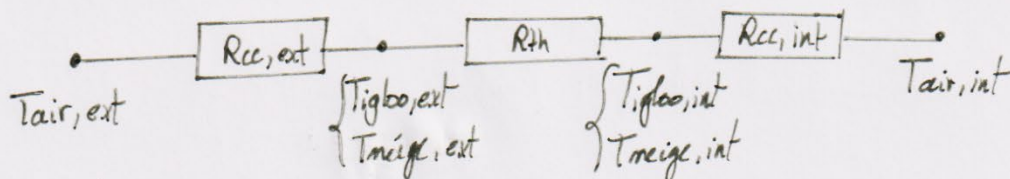
Q9) loi de Newton : $\Phi_{sg} = h S' (T_s - T_g)$

$$\text{d'où } T_s - T_g = R_{cc} \Phi' \text{ t.q. } R_{cc} = \frac{1}{h S'}$$

Q10) Sur la figure 4, λ augmente avec ρ par conséquent il ne faut pas
mettre les blocs de neige pour améliorer l'isolation de l'igloo.

Q11) Pour $\rho = 200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \Rightarrow \lambda = 0,14 \text{ Wm}^{-1} \text{K}^{-1} \Rightarrow R_{th} = \frac{L}{2 \pi \lambda r_i (r_i + L)} = 0,13 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

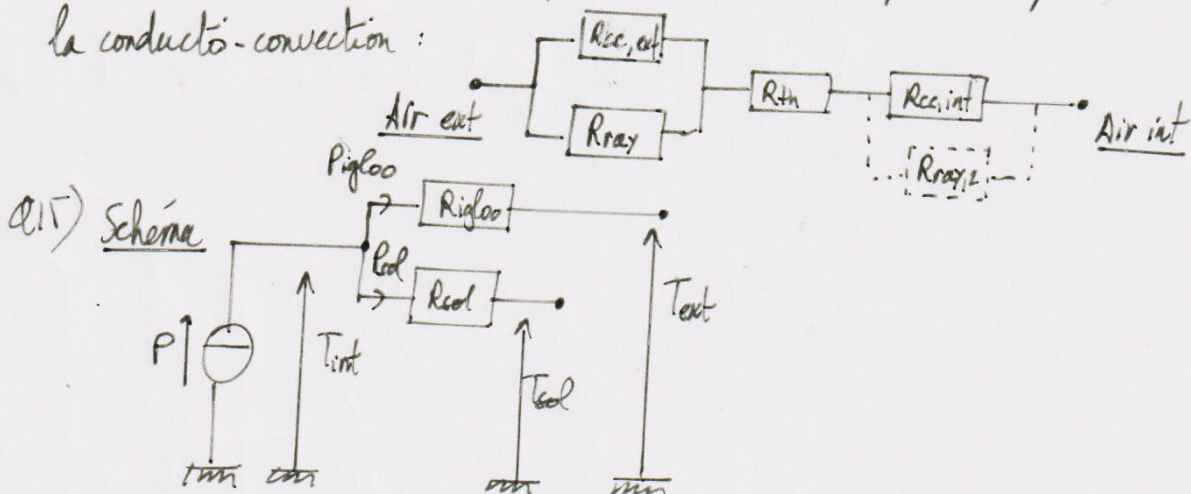
Q12) d'association est en série car les différences de température sont différentes entre les éléments



Q13) donc : $R_{igloo} = R_{cc,int} + R_{th} + R_{cc,ext}$

$$\Rightarrow R_{igloo} = \frac{1}{h S_i} + \frac{L}{2\pi\lambda r_i(r_i+L)} + \frac{1}{h_e S_e} \quad \text{ou} \quad \begin{cases} S_i = 2\pi r_i^2 \\ S_e = 2\pi (r_i+L)^2 \end{cases}$$

Q14) Cette modélisation ne tient pas compte du rayonnement thermique. Ce mode de transfert se fait dans les milieux transparents (ici l'air) en parallèle de la convection. La résistance thermique associée doit être placée en parallèle de la conducto-convection :



loi des mailles : $P = P_{igloo} + P_{sol} = \frac{T_{int} - T_{ext}}{R_{igloo}} + \frac{T_{int} - T_{sol}}{R_{sol}}$

$$\Leftrightarrow R_{igloo} R_{sol} P = (T_{int} - T_{ext}) R_{sol} + (T_{int} - T_{sol}) R_{igloo}$$

$$\Leftrightarrow T_{int} = \frac{P R_{igloo} R_{sol} + T_{ext} R_{sol} + T_{sol} R_{igloo}}{R_{igloo} + R_{sol}}$$

Q16) A.N : $T_{int} = 275K \approx 2^\circ C$

Q17) Si on suppose que $R_{igloo} = 1,5 R_{igloo} = 0,22K \cdot W^{-1}$ on obtient
 $T_{int} = 292K \approx 19^\circ C$.

Effectivement les peaux de bête permettent d'augmenter de $20^\circ C$ la température