DM 11 – 21 x 22.

① Le flux thermique s'opère de la zone chaude ($-4°C$ ici) vers la zone froide ($-15°C$ ici pour l'air)

② Pdt dt, la couche de glace augmente d'1 longueur dL.
de volume $S.dL$
de masse $\rho_{glace} S dL$.

③ L'énergie libérée lors de la formation d'une masse $dm = \rho_{glace} S dL$ est $\delta q = \rho_{glace} S dL \, \ell_{fus}$.

La puissance est l'énergie diffusée par unité de temps

$$\Phi = \frac{\delta q}{dt} = \rho_{glace} S \ell_{fus} \frac{dL}{dt}.$$

Rq : l'énergie libérée est comptée ici positivement : la fusion de glace nécessite 1 apport d'E, alors que la formation de glace en libère. C'est cette énergie qui va diffuser à travers la glace.

④ Résistance thermique $R_{th} = \left|\frac{\Delta T}{\Phi}\right| = \frac{T_L - T_{air}}{\Phi}$

L'interface glace-air met en jeu un transfert conducto-convectif entre la surface supérieure de la glace à T_L et l'air à T_{air}.

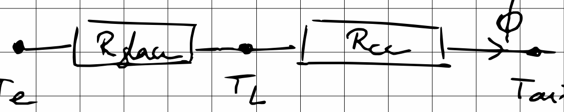
D'après la loi de Newton, $R_{cc} = \frac{1}{h S_{lac}}$

⑤ Calcul d'une résistance diffusive.

La glace présente 1 section cte

donc $R_{diff} = \frac{L}{\lambda S}$ (on peut démontrer ce résultat avec $\Phi = \ldots = j \cdot S$ + loi d'Ohm locale)

(6) Le flux ϕ traverse deux zones successivement.



D'après la loi de Fourier intégrée :

$\Delta T = R.\phi$ ← flux thermique déterminé en (3)

↳ si ΔT est pris comme $T_e - T_{air}$, on prend $R = R_{glace} + R_{cc}$

↳ si ΔT est pris comme $T_e - T_L \Rightarrow R = R_{glace}$

↳ si ΔT est pris comme $T_L - T_a \Rightarrow R = R_{cc}$.

$$T_e - T_{air} = (R_{glace} + R_{cc})\,\phi$$ ← on vérifie bien que tous les termes sont positifs

$$T_e - T_{air} = \left(\frac{L}{\lambda S} + \frac{1}{hS}\right) \rho S \ell_{fus} \frac{dL}{dt}.$$

$$\boxed{\frac{dL}{dt} = \frac{T_e - T_a}{\left(\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h}\right)\rho \ell_{fus}}}$$

(7) Séparation des variables (L et t)

$$\left(\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h}\right) dL = \frac{T_e - T_a}{\rho \ell_{fus}}\, dt$$

$$\int \frac{L}{\lambda} dL + \int \frac{1}{h} dL = \int \frac{T_e - T_a}{\rho \ell_{fus}}\, dt.$$

$$\frac{1}{\lambda}\int_0^L L\,dL + \frac{1}{h}\int_0^L dL = \frac{T_e - T_a}{\rho \ell_{fus}}\int_0^t dt$$

$$\frac{1}{2\lambda} L^2 + \frac{1}{h} L = \frac{T_e - T_a}{\rho \ell_{fus}}\, t.$$

(8) La durée pour avoir 20 cm de glace est donc

$$t = \frac{\rho \, l_{fo}}{T_e - T_a}\left(\frac{1}{2\lambda}L^2 + \frac{1}{h}L\right)$$

kg.m⁻³ J.kg⁻¹

<u>AN</u> : $t = \frac{10^3 \times 3.10^5}{11} \times \left(\frac{1}{2\times 2} \times (0,2)^2 + \frac{1}{10} \times 0,2\right)$

$t \sim 9.10^5$ s

$t \sim$ <u>10 jours</u>.

↳ cela ne me semble pas délirant pour avoir 1 épaisseur permettant de faire du patinage en sécurité.