

3.3 Diffusion thermique-Exercice 26

On se frotte énergiquement les mains l'une contre l'autre pour se réchauffer. Evaluer l'élévation de température de l'épiderme engendrée par cette action en une minute.

Données :

- Capacité thermique massique de l'eau $4200 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
 - Conductivité thermique de l'eau $0,6 \text{ W. m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
 - Quand on frotte une main sur l'autre on peut considérer que :
 - On exerce une force de pression de 30 N
 - En 1 s une main effectue quatre aller-retours de 4 cm d'amplitude à la vitesse de 30 cm.s^{-1} par rapport à l'autre main
 - Le coefficient de frottement de glissement est $0,2$
 - La profondeur caractéristique de la diffusion thermique est $d = \sqrt{\frac{\lambda}{\rho c}} t$
-
- On suppose la main 1 fixe et la main 2 en mouvement à la vitesse v
 - La main 1 exerce la force de contact $\vec{T} + \vec{N}$ sur la main 2
 - Loi de Coulomb du frottement de glissement : $T = fN$ avec $f = 0,2$ et $N = 30 \text{ N}$
 - Puissance de la force de contact : $P = T v = f N v$
 - Cette puissance se transforme en puissance thermique reçue par les deux mains : la main 2 reçoit $P/2$
 - La main 2 reçoit l'énergie : $E = P.t/2$ pendant $t = 1 \text{ minute}$
 - Cette énergie va chauffer la couche de surface S et d'épaisseur d . On prend $S = 15 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} = 0,012 \text{ m}^2$
 - En assimilant la peau à de l'eau de masse volumique $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$, on a : $E = \rho S d c \Delta T$
 - D'où l'élévation de température : $\Delta T = \frac{P t}{2 \rho S d c} = \frac{f N v t}{2 \rho S d c}$ avec $d = \sqrt{\frac{\lambda}{\rho c}} t$
- A.N : $\Delta T = 0,4^\circ\text{C}$

