## « On the rocks »




Pour refroidir un verre de limonade (ou de whisky…), on peut y introduire un glaçon. Mais l'eau de fonte du glaçon peut affadir la boisson ou donner un goût non désiré. Boire une boisson « on the rocks » signifie qu'on y introduit plutôt un caillou (rock) glacial.

On considère pour ceci un cube de granite de côté $a$ = 3,0 cm. La masse volumique du granite vaut : $\rho = 2{,}64 \times 10^3$ kg·m$^{-3}$ et sa capacité thermique massique vaut $c_{gr}$ = 790 J·K$^{-1}$·kg$^{-1}$.

Pour le refroidir avant de le mettre dans la boisson, on le suspend par un fil dans une chambre froide de température parfaitement constante $\theta_{th}$ = - 25°C. La température du cube à la date $t$ est notée $\theta(t)$ et sa valeur initiale vaut $\theta_0$ = 15°C. Pour le flux thermique cédé par le caillou à l'air de la chambre froide, on adopte le modèle de la loi phénoménologique de Newton : $\Phi = hS(\theta(t)-\theta_{th})$ où $S$ est la surface de contact entre le cube et l'air de la chambre froide. $h$ = 10 W.K$^{-1}$.m$^{-2}$.

1. Calculer l'aire totale de la surface du caillou.
2. Calculer le volume du caillou.
3. Pour que le refroidissement de la boisson soit efficace, quelle grandeur caractérisant le matériau choisi doit-elle être élevée ?
4. Effectuer le bilan d'énergie interne pour le caillou pendant une durée très courte notée $dt$.
5. En déduire l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t)$ qu'on exprimera sous la forme suivante en donnant l'expression puis la valeur de $\tau$ : $\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{th}}{\tau}$.
6. La solution générale de cette équation est $\theta(t) = \theta_{th} + Ae^{-\frac{t}{\tau}}$ où $A$ est une constante réelle. Déterminer la valeur de $A$ grâce à la condition initiale.
7. Déterminer la date à laquelle le caillou devient « glacial », c'est-à-dire que sa température exprimée en °C devient négative.
8. Indiquer l'influence de la capacité thermique du cube sur la valeur de cette durée.