C10 exos supplementaires 44p448,51p449

44 Démontrer et appliquer le cours

Établir une loi • Exploiter un énoncé

Pour refroidir un verre de limonade, on peut y introduire un glaçon, mais l'eau de fonte du glaçon affadit la boisson. Boire une limonade « *on the rocks* » signifie qu'on y introduit plutôt un caillou (*rock*) glacial. Ce caillou est un cube de granite de côté $a = 3{,}0$ cm. La masse volumique du granite vaut $\rho = 2{,}64 \times 10^3\ \mathrm{kg{\cdot}m^{-3}}$ et sa capacité thermique massique, $c_{gr} = 790\ \mathrm{J{\cdot}K^{-1}{\cdot}kg^{-1}}$.

Pour le refroidir, on le suspend par un fil dans une chambre froide, au contact de l'air à la température $\theta_{th} = -25$ °C. La température du caillou à la date t est notée $\theta(t)$, sa valeur initiale est $\theta(0) = \theta_0 = 15$ °C. La puissance du transfert thermique conducto-convectif cédé par le caillou à l'air extérieur est donné par la loi de Newton :

$$P_{th,cc} = hS(\theta(t) - \theta_{th})$$

où S est l'aire de la surface du glaçon et $h = 10\ \mathrm{W{\cdot}K^{-1}{\cdot}m^{-2}}$.

a. Calculer l'aire totale des six faces du caillou.

b. Calculer le volume du caillou.

c. En déduire sa masse et sa capacité thermique $C = mc_{gr}$.

d. Effectuer le bilan d'énergie interne entre les dates t et $t + \Delta t$ pour le caillou, solide incompressible.

e. En déduire l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t)$ qu'on exprimera sous la forme suivante en précisant la valeur du temps caractéristique τ :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{\tau}\theta = \frac{1}{\tau}\theta_{th}$$

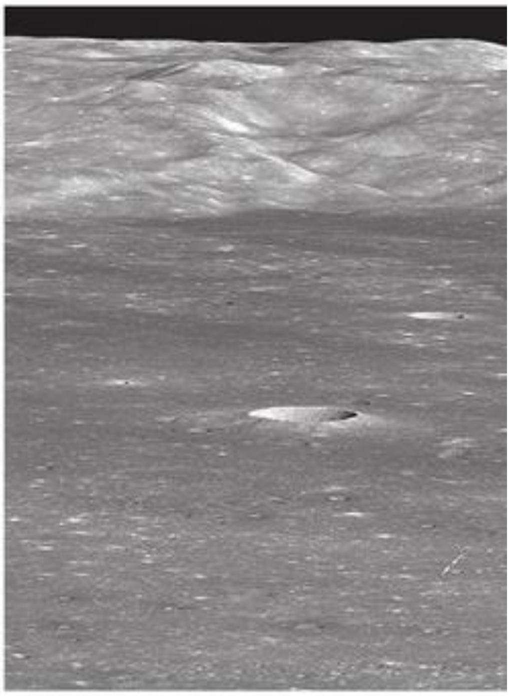
f. La solution générale de cette équation différentielle est :
$$\theta(t) = \theta_{th} + Ae^{-t/\tau}$$

Déterminer la constante A grâce à la condition initiale.

g. Déterminer la date à laquelle le caillou devient « glacial », c'est-à-dire que sa température exprimée en degrés Celsius devient négative.

51 Température d'équilibre du sol lunaire

Exploiter un graphique

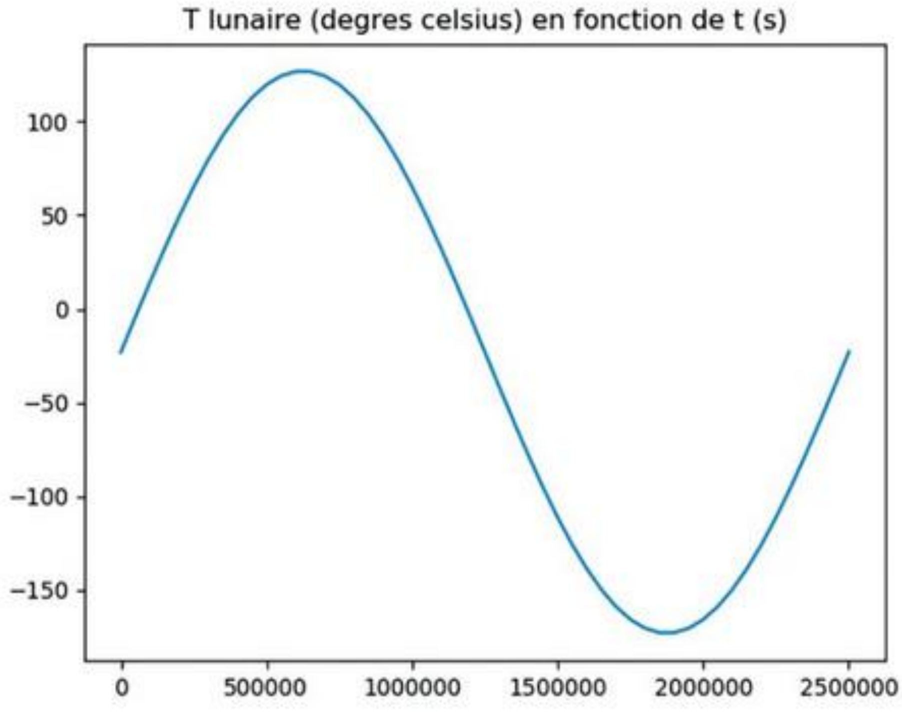


L'énergie thermique rayonnée par un corps noir de température de surface T et d'aire S a pour puissance totale $P_{th,ray} = \sigma T^4 S$ (loi de Stefan-Boltzmann).

La puissance solaire incidente surfacique moyenne sur la surface du sol lunaire vaut $p_S = 340\ \text{W·m}^{-2}$.

1. Exprimer la relation entre la température moyenne T_L d'équilibre du sol lunaire et l'albédo lunaire A_L.

2. Un programme informatique simule la variation de la température du sol lunaire mesurée sur une journée lunaire. Il fournit le graphique suivant.



a. En déduire la valeur de l'albédo lunaire A_L.

b. Commenter cette évolution dans le temps et proposer une explication au fait que l'ampleur des variations de la température est beaucoup plus importante que sur Terre.