Un Devoir Maison vise à s'entrainer, sans la contrainte du temps limité.
Il permet donc de travailler, en plus du contenu en jeu, la rédaction et la présentation…

Exercice 1 - « 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 : ρ = 2,64 x 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 θ_{th} = - 25°C. La température du cube à la date t est notée $\theta(t)$ et sa valeur initiale vaut θ_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 τ : $\frac{d\theta}{dt}+\frac{\theta}{\tau}=\frac{\theta_{th}}{\tau}$.
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.

Exercice 2 – Une mini centrale photovoltaïque

De nouveaux fabricants développent des solutions solaires portables pour répondre à la demande croissante de recharge de téléphone mobile. Le panneau photovoltaïque (figure 1) en est une illustration. Il s'agit d'un panneau solaire en silicium monocristallin réputé pour son rendement élevé, soit 22,4 % annoncé par le constructeur (qui l'appelle efficacité) et défini dans des conditions normées d'éclairage.

Figure 1 : Panneau photovoltaïque

On se propose de vérifier les performances de ce panneau photovoltaïque.
Par une journée ensoleillée, on réalise l'expérience de charge d'un téléphone mobile (figure 2 et figure 3). On mesure la tension U aux bornes du téléphone mobile et le courant I traversant le circuit : U = 4,8 V et I = 0,84 A.

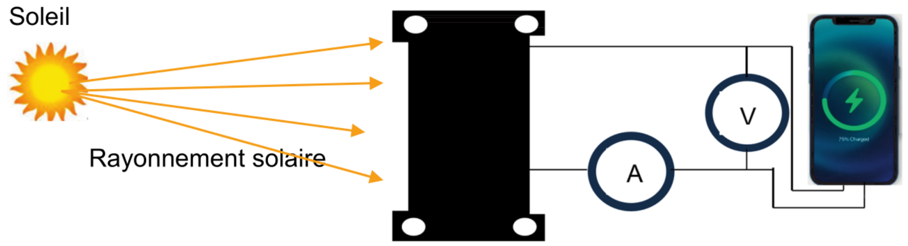

Figure 2. Schéma de l'expérience de charge du téléphone mobile à l'aide du panneau solaire. Un chronomètre permet de suivre l'évolution de la charge de la batterie au cours du temps

Batterie amovible	*Non*
Capacité de la batterie	*3227 mAh*
Recharge sans fil	*Oui*

Figure 3. Extrait de la fiche technique du téléphone mobile

Données :
- constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s ;
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}0\times10^{8}$ m·s^{-1} ;
- le travail d'extraction nécessaire pour qu'un photon puisse extraire un électron est : $\Delta E = h \times f_S = 1{,}12$ eV
- 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J.

1. Représenter par un extrait de chaine énergétique le fonctionnement du panneau photovoltaïque.
2. Calculer la fréquence seuil f_S et la longueur d'onde associée λ_S d'un photon pour extraire un électron.
3. Montrer alors que le rayonnement solaire convient pour le fonctionnement de ce panneau photovoltaïque.

Le tableau ci-dessous indique l'évolution, à intervalle de temps régulier Δt = 2,0 min, du pourcentage de charge de la batterie de 50 % à 60 % dans l'expérience décrite en figure 2 :

Temps	0	Δt	$2\times\Delta t$	$3\times\Delta t$	$4\times\Delta t$	$5\times\Delta t$
Charge de la batterie	50 %	52 %	54 %	56 %	58 %	60 %

4. Estimer, en explicitant la démarche utilisée, la valeur de la durée nécessaire pour une charge complète à partir d'une batterie totalement déchargée.

La relation entre la charge électrique transférée Q et la durée du transfert Δt_{charge}, pour une intensité électrique I, est donnée par la relation : $Q = I \times \Delta t_{charge}$.

5. Comparer le résultat avec les données de la fiche technique du téléphone mobile (figure 3).

Durant l'expérience, le flux lumineux Φ mesuré avec un solarimètre est de 570 W·m^{-2}.

6. Déterminer la valeur de $P_{reçue}$, la puissance lumineuse reçue par le panneau.
7. À l'aide des mesures réalisées durant l'expérience (figure 2), déterminer la valeur de P_{utile}, la puissance utile fournie par le panneau.
8. En déduire η, le rendement du panneau photovoltaïque. Comparer avec l'indication donnée par le fabriquant.