

	Lycée Joliot Curie à 7	CHIMIE - Chapitre VIII	Classe de Ter Spé φχ
SUJET DS n° 8 Chapitre n° 8 « Thermodynamique »			Nom : Prénom :

Exercice 1 : Évolution de la température dans une bouteille isotherme

Une bouteille isotherme est bien utile en milieu froid, en montagne par exemple. Cela permet de se réchauffer, de conserver de l'eau chaude pour un repas ultérieur. Le matin par exemple, il peut être inutile de rallumer le réchaud, si la veille, on a fait chauffer l'eau pour le lendemain". ».

On modélise l'évolution de la température à l'intérieur d'une bouteille isotherme en fonction du temps, sachant qu'on verse de l'eau à $T_{ini} = 92^\circ\text{C}$ dans la bouteille isotherme, puis qu'on place la bouteille dans une pièce de température constante à $T_{ext} = 12^\circ\text{C}$.

On mesure au cours du temps avec une sonde thermométrique la température de l'eau sans ouvrir la bouteille.

1. Citer les trois modes de transfert thermique.



2. Indiquer le mode du transfert thermique à travers la paroi de la bouteille et son sens.



L'origine du temps $t = 0$ est choisie au moment où l'eau à la température $T_{ini} = 92^\circ\text{C}$ est versée.

La température extérieure T_{ext} est supposée constante et égale à 12°C .

Le flux thermique Φ_{th} associé au transfert thermique entre le système de dissipation à la température $T(t)$ et l'air à la température T_{ext} est donné par la loi de Newton :

$$\Phi_{th}(t) = h \times S (T_{ext} - T(t))$$

avec h le coefficient de transfert thermique surfacique et S la surface d'échange.

3. Montrer, en appliquant le premier principe de la thermodynamique, que la température $T(t)$ vérifie l'équation différentielle suivante :



$$\frac{dT(t)}{dt} = -\frac{1}{\tau} (T(t) - T_{ext}) \quad \text{avec } \tau = \frac{C}{hS}$$

avec C (majuscule) étant la capacité thermique de la bouteille.

La solution de cette équation différentielle est de la forme $(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + B$.
A et B étant des constantes.

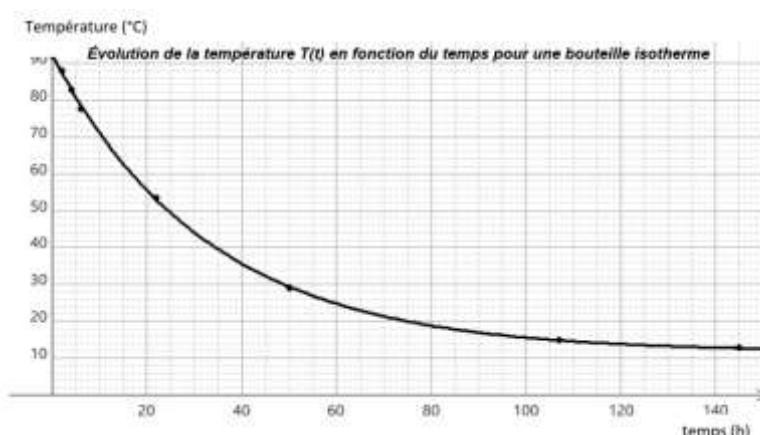


4. Exprimer les constantes A et B en fonction de T_{ext} et T_{ini}

5. En déduire l'expression de $T(t)$ en fonction de T_{ext} , T_{ini} et τ



La modélisation de l'évolution de la température $T(t)$ de l'eau en fonction du temps dans la bouteille isotherme est représentée ci-dessous :



6. Positionner T_{ext} , T_{ini} sur le graphique ci-dessus



7. Montrer, par une méthode graphique, que la valeur de τ est d'environ 35 heures.

8. Lors d'une randonnée en montagne, une bouteille isotherme différente est utilisée. Elle est caractérisée par une valeur de τ égale à 51,2 heures. De l'eau à haute température est versée dans la bouteille le soir à 21 h.

La loi $T(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + B$ reste ici valable mais les nouvelles conditions de température donnent ici $A = 78^\circ\text{C}$ et $B = 10^\circ\text{C}$.

Sachant que pour faire infuser un thé, la température de l'eau doit être supérieure à 70°C , calculer jusqu'à quelle heure le lendemain matin, il est possible de faire infuser un thé au petit déjeuner.

Conclure.

Les candidats sont invités à prendre des initiatives, notamment sur les valeurs numériques éventuellement manquantes, et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.



Total / 13

Exercice 2: Le rover américain Persévérance, qui s'est posé sur la planète Mars le 18 février 2021 dans le cratère Jezero, est un véhicule de la taille d'une voiture et équipé de multiples capteurs et instruments de mesure.

Mars possède une température de surface moyenne de -53°C .

Sur Mars, le rover Persévérance est soumis aux grands écarts de température de l'atmosphère martienne. Une température moyenne de 10°C est maintenue au cœur du rover, afin de préserver le bon fonctionnement des ordinateurs.



Plusieurs matériaux composent le rover. Parmi eux se trouvent l'aluminium et l'aérogel, un matériau semblable à un gel considéré comme un solide et dont la capacité à isoler thermiquement est remarquable.

Données :

- conductivité thermique de l'aluminium : $\lambda_{\text{alu}} = 237 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- conductivité thermique de l'aérogel : $\lambda_{\text{aéro}} = 0,0015 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- expression littérale de la résistance thermique d'un matériau de surface S de conductivité thermique λ et d'épaisseur e : $R_{th} = \frac{e}{\lambda \times S}$
- la résistance thermique totale d'un système constitué de couches de différentes matières superposées en série est égale à la somme des résistances thermiques de chacune de ces couches.

1. Schématiser le sens du transfert thermique s'opérant entre l'intérieur et l'extérieur du rover sur le schéma situé en **ANNEXE à rendre avec la copie**. Expliquer ce sens.



2. Citer le principal mode de transfert thermique intervenant dans cette situation. Préciser s'il existe d'autres modes de transfert thermique.



Caractéristiques d'un matériau

Une partie du rover a dû être isolée pour les besoins de la mission. La pièce en aluminium, partie du système, possède une longueur L de 40 cm, une largeur ℓ de 15 cm et une épaisseur $e_{alu} = 0,85 \text{ cm}$.

3. Calculer la résistance thermique de cette pièce avant isolation, sachant que le flux thermique traverse son épaisseur.



4. En déduire le flux thermique correspondant.

On rajoute à cette pièce une couche d'aérogel de 3,5 cm d'épaisseur, notée $e_{aéro}$ (cf. schéma du document réponse en annexe).

5. Calculer la résistance thermique de la couche d'aérogel rajoutée ainsi que la résistance thermique de l'ensemble.



6. En déduire le flux thermique à travers l'ensemble (pièce en aluminium et couche d'aérogel) et le comparer au flux thermique en absence d'aérogel.



7. Indiquer comment varie le flux thermique global lorsqu'on :

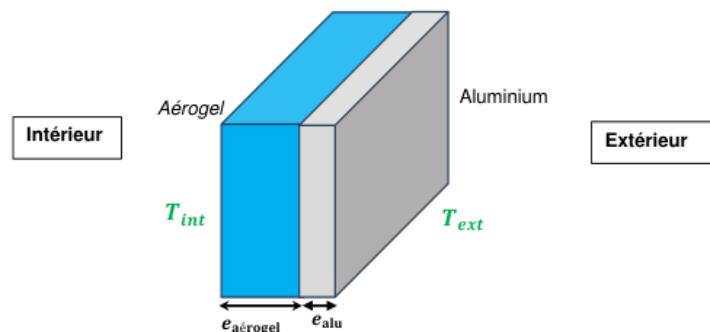
- double la surface (longueur \times largeur) de l'ensemble (pièce en aluminium et couche d'aérogel). Justifier votre réponse ;
- double l'épaisseur de l'ensemble (pièce en aluminium et couche d'aérogel). Justifier votre réponse.



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document-réponse - question 1

Schématiser le sens du transfert thermique.



TOTAL Exercice

/ 13