

Chapitre 5 : Transfert thermique

Compétences attendues

Connaître et décrire les 3 modes de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement

Savoir définir le flux thermique et la résistance thermique.

Exploiter les relations $\Phi = \Delta T/R_{th}$ et $R_{th} = e/\lambda S$ (donné)

Connaître la loi phénoménologique de Newton

Savoir modéliser l'évolution de la température d'un système au contact d'un thermostat

Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton fournie. Établir l'expression de la température du système en fonction du temps.

Suivre l'évolution de la température d'un système incompressible recevant un flux thermique donné. Modéliser l'évolution de sa température.

Chapitre du livre correspondant : 5 (page 66 à 77)

Fiche de révision

Questions	Exercice(s) page 84 à 90
1 Quels sont les trois types de transfert thermique ?	2
2 Vers quelle température (chaude ou froide) est orienté le flux thermique ?	
3 Quelle relation lie flux thermique et variation de temps ?	
4 Quelle relation lie flux thermique et variation de température ?	
5 Qu'est-ce que la résistance thermique ?	5, 14
6 Donner la loi de Newton et ses conditions d'application	7, 8, 10
7 Dessiner la courbe qui modélise le refroidissement d'un système incompressible. Indiquer les légendes des axes.	

Plan: Transferts thermiques

1 Flux thermiques

1.1 Les modes de transferts thermiques

1.2 Flux thermique

1.3 Résistance thermique d'une paroi homogène

2 Loi de Newton

2.1 Modèle

2.2 Bilan d'énergie d'un système incompressible

Rappels mathématiques

Si $y(t) = e^t$

$y(0) =$

$\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-t} =$

Si $y(t) = 5 \cdot t =$

Si $y'(t) = a y(t) + b$ alors $y(t) = C e^{at} - \frac{b}{a}$

1-Regarder une partie de la vidéo (de 1 min 34 à 2 min 16 et de 4 min 21 à 4 min 33 : hors programme) sur le site Sembat.wixsite.com/Physique et compléter les § 1 et 2.1 du cours.

2-Exercice 2 p.84 : identifier le sens des transferts thermiques

3-Exercices sur le flux thermique – manipuler des formules

3.1-Calculer le flux thermique lié au transfert de 2,3 kJ d'énergie thermique en 3 minutes.

3.2-Calculer l'énergie thermique transmise en 2h en considérant un flux thermique de 2 W.

3.3-Combien de temps faut-il pour transférer 3 MJ avec un flux de 4,2 kW.

3.4-On considère une surface de 10 cm². Calculer le flux thermique surfacique si le flux thermique est de 5 W.

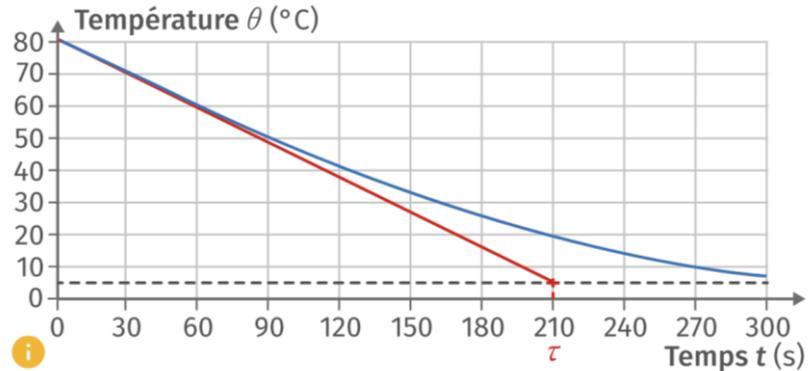
4-Exercice 5 page 84 et 14 page 86

5-Exercices 7,8 et 10 page 84-85

6-Faire le quiz, le wooflash « Apprendre le cours » et la fiche de révision

Le congélateur est un appareil destiné à conserver des aliments à une température de -18°C . Comparé à un réfrigérateur, le congélateur est plus puissant et mieux isolé thermiquement.

Doc 1-Evolution de la température



La courbe correspond à l'évolution de la température θ d'un volume d'eau en fonction du temps t dans un réfrigérateur à 5°C . La tangente à l'origine coupe l'asymptote horizontale en $t = \tau$

Doc 2-Loi de Newton

La loi de Newton pour les transferts thermiques est une loi phénoménologique qui exprime le flux thermique reçu par un système au travers d'une paroi en fonction de l'écart de température entre l'extérieur et le système :

$$\phi = h \cdot S \cdot (\theta_{\text{ext}} - \theta)$$

ϕ : flux thermique (W)

h : coefficient de Newton de transfert thermique de la paroi ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$)

S : surface de contact entre les deux milieux (m^2)

θ_{ext} et θ : températures extérieure et du système ($^{\circ}\text{C}$)

Cette loi est dite phénoménologique, car h dépend de nombreux paramètres (rugosité de la paroi, nature du fluide, etc.) et ne peut être déterminé que par des mesures expérimentales.

Doc 3-Température d'un système

D'après le premier principe, la variation d'énergie interne ΔU du système est égale à l'énergie reçue ou cédée à l'extérieur Q :

$$\Delta U = Q$$

En dérivant par rapport au temps t , on obtient :

$$m \cdot c \cdot \frac{d\theta}{dt} = h \cdot S \cdot (\theta_{\text{ext}} - \theta)$$

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{\text{ext}}}{\tau}$$

Les solutions de cette équation différentielle sont de la forme :

$$\theta(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + B$$

A et B : constantes dépendant des conditions initiales et finales ($^{\circ}\text{C}$)

On précise que $\lim_{x \rightarrow +\infty} \exp(-x) = 0$.

Questions

1-Déterminer la température de l'eau à l'instant initial $t = 0\text{s}$. En déduire la valeur de $A+B$.

2-Au vu de l'évolution de $\theta(t)$ et de la valeur limite vers laquelle elle tend, déterminer la valeur de B , puis celle de A .

3-Rechercher la formule dans le cours et exprimer la température $\theta(t)$ initialement à θ_i au contact d'un thermostat θ_{ext} .

4-Donner l'expression de τ en fonction de m, c, h et S et la déterminer graphiquement.

5-Déterminer la durée nécessaire Δt pour que le thé atteigne la température de 5°C en utilisant un congélateur à -18°C .

Chapitre 5 – Transfert thermique

1 Flux thermiques

1.1 Les transferts thermiques

Deux corps possédant des températures différentes peuvent échanger de l'énergie thermique. Il y a types de transferts thermiques :

- : pas de déplacement microscopique de matière
- : déplacement microscopique de matière
-: le corps émet un rayonnement dont l'énergie dépend de

Le transfert thermique se réalise de manière et le flux thermique est orienté du corps le plus vers le corps le plus

1.2 Flux thermique par conduction

Le flux thermique (noté Φ) correspond à la quantité d'énergie qui traverse une paroi chaque seconde.

$\Phi = \dots\dots$ avec $\Phi (\dots\dots)$, $\Delta t \dots\dots$

$Q \dots\dots$

1.3 Résistance thermique d'une paroi homogène

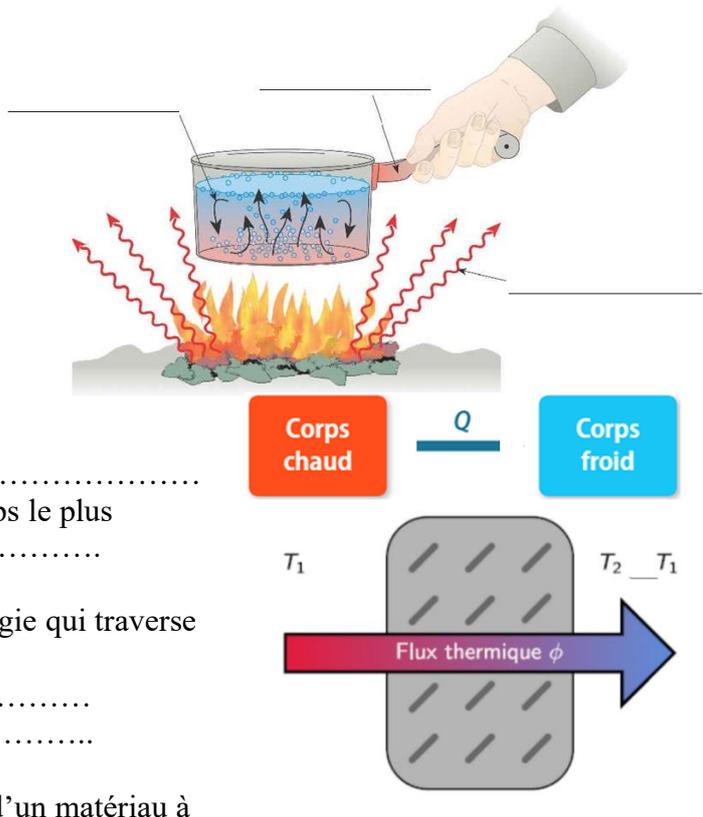
La résistance thermique (notée R_{th}) représente la capacité d'un matériau à s'opposer

Plus la résistance est grande, plus un matériau est

$R_{th} = \dots\dots$ avec $R_{th} \dots\dots$, $T \dots\dots$ $\Phi \dots\dots$ $T(K) = T(^{\circ}C) + \dots\dots$ On a aussi $\Phi = \dots\dots$

La conductivité thermique, représente la capacité d'un matériau à l'énergie thermique.

$R_{th} = \dots\dots$ avec $e : \dots\dots$ $S : \dots\dots$
 $\lambda : \dots\dots$ $R_{th} : \dots\dots$



2 Loi de Newton

2.1 Modèle

Conditions : on plonge un corps solide (.....), de surface S , de capacité thermique C et de température initiale T_i dans un formant un, à la température constante. Le transfert thermique est

Loi de Newton : $\Phi = \dots\dots$ avec $\Phi (\dots)$, T_e et $T(\dots)$,

$S : \dots\dots$ $h : \text{coefficient d'échange} \dots\dots$

2.2 Bilan d'énergie d'un système incompressible

Premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = \dots\dots$

$\Delta U = \dots\dots$ };;

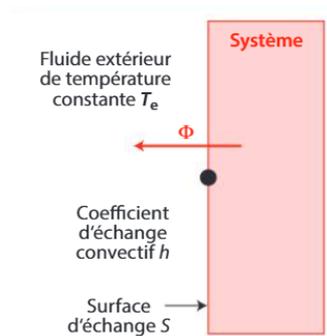
$\Delta U = \dots\dots$ } $\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} * \dots\dots$

Lorsque Δt tend vers zéro $\Delta T / \Delta t = \dots\dots$, dérivée par rapport au temps

$\frac{dT}{dt} + \dots\dots T = \dots\dots$ C'est une équation différentielle de solution : $T(t) = \dots\dots$

et $\tau = \frac{\dots\dots}{\dots\dots}$ est le en

..... du système incompressible $T_i.. T_e$ du système incompressible $T_i.. T_e$



Si $T_e > T$ alors $\Phi \dots 0$
 Si $T_e < T$ alors $\Phi \dots 0$

