

p. 334 à 342	CONN, APP	APP, REA	ANA, REA, VAL
Transferts thermiques	3, 5	13	
Terre-Atmosphère	7	9	24
Loi de Newton	11, 12	14, 15	18

11 Exploiter la loi de Newton

| Effectuer des calculs.

La paroi d'un système incompressible à la température $T = 323 \text{ K}$ est mise en contact avec un fluide à la température constante $T_e = 293 \text{ K}$.

On suppose ici que le coefficient d'échange convectif h du fluide est $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

- Calculer le flux convectif Φ entre le système et l'extérieur à travers une paroi dont la surface est $S = 1,0 \text{ m}^2$.

Donnée

Loi de Newton : $\Phi = h \times S \times (T_e - T)$.

12 Effectuer un bilan d'énergie (1)

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

1. À partir de la loi de Newton, exprimer le transfert thermique Q effectué par convection entre un système incompressible à la température θ et le milieu extérieur à la température constante θ_e (ou thermostat) pendant la durée Δt . Le système ou le milieu extérieur est fluide.

2. Exprimer Q en fonction de la masse m du système, de sa capacité thermique massique c et de la variation de température $\Delta\theta$.

3. Dédurre des relations précédentes l'équation différentielle vérifiée par la température θ . Utiliser le réflexe 1

Donnée

Loi de Newton : $\Phi = h \times S \times (\theta_e - \theta)$.

14 Résoudre une équation différentielle

À la sortie du four, un gâteau dans son moule est à la température $\theta_i = 180 \text{ }^\circ\text{C}$. Le système {gâteau et moule} est laissé à la température ambiante constante de $\theta_e = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.



L'équation différentielle vérifiée par la température du système est : $\frac{d\theta}{dt} = a \times (\theta - \theta_e)$.

Dans cette relation, a est une constante négative qui dépend du système et du fluide étudiés.

1. Montrer, en résolvant l'équation différentielle, que $\theta = \theta_e + (\theta_i - \theta_e) \times e^{a \times t}$. Utiliser le réflexe 2

2. Quelle sera la température du gâteau une heure après sa sortie du four ?

Données

- On considère que le système {gâteau et moule} est un système incompressible.
- On néglige les échanges de matière entre le système et le milieu extérieur ; le seul transfert thermique est convectif.
- Dans la situation étudiée, $a = -3,8 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$.

Réflexe 2

Écrire l'équation différentielle vérifiée par la température sous la forme : $\frac{d\theta}{dt} = a \times \theta + b$ (ou $\frac{dT}{dt} = a \times T + b$).

Rappeler la forme générale des solutions de l'équation différentielle.

Utiliser les conditions initiales pour déterminer la constante d'intégration de la solution.

En mathématiques, les solutions d'une équation $y' = ay + b$ (avec $a \neq 0$) sont de la forme $y = K \times e^{ax} - \frac{b}{a}$ avec K une constante d'intégration réelle.

→ Ex. 14

18 À chacun son rythme

Fer à repasser

Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

Un fer à repasser électrique est constitué d'une semelle métallique de masse $m = 500 \text{ g}$ et de surface $S = 0,025 \text{ m}^2$ chauffée par un conducteur ohmique. Le tableau suivant donne la température de repassage de différents tissus :

Acrylique	Polyester	Coton
110 °C	150 °C	210 °C

La semelle d'un fer est initialement portée à 210 °C pour le repassage d'un pantalon en coton. La température de la pièce dans laquelle le repassage est effectué est $\theta_e = 25 \text{ °C}$, considérée comme constante.

La température est supposée uniforme en tout point de la semelle.

Énoncé compact

Déterminer la durée Δt nécessaire à l'abaissement de la température de la semelle du fer pour le repassage d'un tee-shirt en polyester après celui d'un pantalon en coton.

Énoncé détaillé

- Par application du premier principe de la thermodynamique au système {semelle}, établir l'équation différentielle vérifiée par la température de la semelle du fer lors du transfert thermique convectif avec le milieu extérieur.
- En déduire l'expression de l'évolution de la température θ de la semelle en fonction du temps.
- Déterminer la durée Δt nécessaire à l'abaissement de la température de la semelle du fer pour le repassage d'un tee-shirt en polyester après celui d'un pantalon en coton.

Données

- On néglige tout transfert thermique autre que convectif.
- Loi de Newton : $\Phi = h \times S \times (\theta_e - \theta)$.
- Capacité thermique massique de la semelle : $c = 450 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$.
- Coefficient d'échange convectif de l'air humide dans les conditions du repassage : $h = 50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$.

15 Connaître les critères de réussite

CORRIGÉ

Un biberon à la bonne température

Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs.

On trouve sur la notice d'un chauffe-biberon : « Chauffe un biberon sorti du réfrigérateur en moins de trois minutes. Le lait est constamment mélangé pendant qu'il chauffe, afin d'éviter la formation de points chauds. » On étudie le transfert thermique convectif Q entre le lait et un chauffe-biberon maintenant les parois du biberon à la température constante $\theta_e = 50 \text{ °C}$.



- À l'aide de la loi de Newton, exprimer le transfert thermique Q effectué par convection entre le système {lait} et le milieu extérieur constituant un thermostat, pendant la durée Δt .
- Donner l'expression de Q en fonction de la masse m du système, de sa capacité thermique massique c et de sa variation de température $\Delta \theta$.
- Déduire des relations précédentes l'équation différentielle vérifiée par la température θ du lait.
- Montrer que l'expression $\theta = (\theta_i - \theta_e) \times e^{a \times t} + \theta_e$ est solution de l'équation différentielle avec $a = \frac{h \times S}{m \times c}$ et θ_i la température initiale du lait.
- Un biberon contenant du lait à la température $\theta_i = 5 \text{ °C}$ est placé dans le chauffe-biberon.
 - Au bout de quelle durée peut-il être donné à la température de 30 °C au nourrisson ?
 - La durée obtenue est-elle conforme aux données du fabricant ?

Données

- On néglige tout transfert thermique autre que convectif entre le système et le milieu extérieur.
- Surface d'échange du lait dans le biberon : $S = 270 \text{ cm}^2$.
- Coefficient d'échange convectif du lait dans les conditions d'utilisation du chauffe-biberon : $h = 300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$.
- Capacité thermique massique du lait : $c = 4,2 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$.
- Masse du lait dans le biberon : $m = 350 \text{ g}$.
- Loi de Newton : $\Phi = h \times S \times (\theta_e - \theta)$.