



Chapitre F3

CAPEXOS

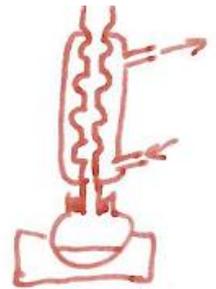
- Décrire (et reconnaître) qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement

CAPEXO 1. Un cumulus électrique est une réserve d'eau chauffée par une résistance. En l'absence de chauffage, la température de l'eau chaude diminue au fil des heures. Indiquer le sens des transferts thermiques effectifs en chauffe et sans chauffe. Indiquer la nature des transferts thermiques.



CAPEXO 2. Lors d'une synthèse en chimie, on réalise un montage de chauffage à reflux, en chauffant par un bain marie sur une plaque chauffante et à l'aide d'un réfrigérant à eau. Faire un schéma du montage et identifier les transferts thermiques qui ont lieu à chaque endroit. Indiquer la nature des transferts thermiques.

De chauffe - ballon au ballon : conduction
 du ballon au liquide : conduction puis convection
 vapeurs chaude vers eau réfrigérante : conduction
 (via zone du réfrigérant)



CAPEXO 3. Décrire les différents transferts thermiques qui ont lieu dans la situation du Capexo 2.

Le système {canette} reçoit de l'énergie par transfert thermique par rayonnement. L'eau reçoit de l'énergie par transfert thermique par conduction (puis ensuite convection)

CAPEXO 4. Certaines douches solaires sont constituées d'un sac en plastique noir dans lequel on place de l'eau et que l'on expose au soleil. Identifier le mode de transfert thermique :

- du soleil vers le sac **rayonnement**
- du sac vers l'eau contenue **conduction**
- dans l'eau même **convection**

CAPEXO 5. Une couverture de survie est constituée d'un matériau imperméable, en plastique métallisé de 13 μ m d'épaisseur. Elle s'utilise en cas d'urgence, afin d'éviter les hypothermies ou bien encore les insulations. Pour les trois modes de transfert thermique, expliquer si elle a une influence ou non.

Conduction : épaisseur très faible donc la conduction est assez facile
 Convection : l'air chaud autour du patient est cloisonné et on empêche donc la convection \Rightarrow perd d'influence
 rayonnement : effet principal. Réflexion du rayonnement du patient.

CAPEXO 6. Quel mode de transfert thermique ne peut plus avoir lieu en impesanteur ?



La convection car s'il n'y a pas de pesanteur, il n'y a pas d'effet des différences de densités !

CAPEXO 7. Une lampe à lave est un objet décoratif contenant un liquide transparent. Au fond du récipient se trouve de la cire solide dont la densité est très légèrement supérieure à celle du liquide transparent. Le récipient est chauffé par le bas, à l'aide d'une lampe ou d'une bougie.

a- Quel est le mode du transfert thermique entre la source de chaleur et la base du récipient ? **Conduction, convection (air), puis conduction.**

b- La cire chauffée a alors un mouvement ascendant. Pourquoi ? Quel type de transfert thermique est ainsi illustré ? **La cire chauffée s'est dilatée, elle est donc moins dense : il y a alors convection.**

c- Lorsque la cire fondue arrive en haut de la lampe, elle se solidifie puis redescend. Le liquide transparent est-il bon ou mauvais conducteur de chaleur ? **Si le liquide était un bon conducteur, il serait trop chaud en haut pour refroidir la cire.**

CAPEXO 8. L'intérieur d'un réfrigérateur est refroidi à l'aide d'un système de tube en métal (un échangeur thermique), dans lequel circule un fluide refroidi par évaporation.

a- Quel mode de transfert thermique est mis en jeu au niveau du tube en métal ? **Conduction.** Pourquoi avoir choisi du métal ? **C'est un bon conducteur thermique.**

b- Ce système est toujours installé en haut. Pourquoi ? **Pour favoriser la convection.**

□ **Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température (expression de la résistance donnée).**

CAPEXO 9. On fabrique une paroi associant trois plaques A, B et C de résistances thermiques R_A , R_B et R_C . La résistance thermique de l'ensemble est R_{tot} .

a- On associe les plaques les unes à la suite des autres. La plaque A est au contact de la température extérieure T_1 . Entre les plaques A et B, on a la température T_2 , entre les plaques B et C, on a la température T_3 et enfin, après la plaque C, on a la température T_4 . Le flux passe donc par chacune des plaques, les unes à la suite des autres. Exprimer le flux Φ en fonction des caractéristiques de chacune des plaques. En déduire l'expression de R_{Tot} .

a- Cette fois-ci, on associe les plaques dans l'autre sens, on les empile. La température est T_1 d'un côté de cet empilement et $T_2 > T_1$, de l'autre côté. Chaque plaque est donc traversée par son propre flux. Exprimer le flux total. En déduire l'expression de R_{tot} .

$$a) \frac{T_4 - T_1}{\Phi R_{tot}} = (T_1 - T_3) + (T_3 - T_2) + (T_2 - T_1) = \Phi R_C + \Phi R_B + \Phi R_A \quad \text{donc} \\ R_{tot} = R_A + R_B + R_C$$

$$b) \Phi_A = \frac{T_2 - T_1}{R_A} \quad \text{idem pour B et C. Or } \Phi_{tot} = \frac{T_2 - T_1}{R_{tot}} = \Phi_A + \Phi_B + \Phi_C = (T_2 - T_1) \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C} \right)$$

CAPEXO 10. On reprend le capexo 16. La température à l'intérieur du réfrigérateur est de $4,0^\circ\text{C}$ et à l'extérieur, de 20°C . La résistance thermique du réfrigérateur est de $0,89\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$. En déduire le flux thermique échangé puis l'énergie dissipée sur une année.

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} = \frac{20 - 4}{0,89} = 18\text{W} \quad \text{Énergie dissipée : } E = \Phi \times \Delta t \\ = 18 \times (365 \times 24 \times 3600) \\ = 5,7 \times 10^7 \text{J}$$

CAPEXO 11. Dans le commerce, on trouve des casseroles en aluminium ou en cuivre. On veut étudier leur capacité à transmettre le transfert thermique. Pour cela, on utilise deux casseroles de mêmes dimensions. On maintient un écart de température de 5°C entre les deux faces planes et parallèles de la plaque de cuivre. Le transfert thermique mesuré, pour 15min



est de $Q_{cu}=4,4.10^6$ J. La résistance thermique de la face plane de l'aluminium est $R_{thAl} = 1,7.10^{-2} \text{ K.W}^{-1}$. En déduire lequel de ces deux matériaux transfère le plus rapidement l'énergie thermique.

$$\text{Cuivre: } \phi_{cu} = \frac{4,4 \times 10^6}{15 \times 60} \approx 4,89 \text{ kW} \quad \text{Alu: } \phi_{alu} = \frac{5 \text{ K}}{1,7 \times 10^{-2} \text{ K.W}^{-1}} = 294 \text{ W}$$

l'aluminium est moins bon conducteur : il transfère moins vite.

CAPEXO 12. La fenêtre d'une chambre est constituée d'un simple vitrage. La température de la chambre est $T_i=19^\circ\text{C}$ et la température extérieure $T_e=-1^\circ\text{C}$. On donne $R_{thvitre} = 5,0.10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$.

- Calculer la valeur du flux thermique allant de la chambre vers l'extérieur.
- Quelle est l'énergie transférée pour une nuit (environ 8h) ?

$$\phi = \frac{19 - (-1)}{5,0 \times 10^{-3}} = 4 \text{ kW}$$

en une nuit:

$$E = \phi \times \Delta t = 4 \times 10^3 \times 3600 \times 8 = 115 \times 10^6 \text{ J} \\ = 115 \text{ MJ}$$

- 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'équation différentielle vérifiée par la température d'un système en contact avec un thermostat.

CAPEXO 13. Le flux thermique transféré entre un système en convection et un thermostat, milieu extérieur à température constante, est modélisé par la loi de Newton : $\phi = h \times S \times (T_e - T)$. Indiquer ce que représente les grandeurs S , T_e et T . Préciser les unités de h et ϕ .

Voir modèle

CAPEXO 14. 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 vaut 10 dans les unités du système international. Calculer le flux thermique entre les deux systèmes si la paroi a une surface de $1,0 \text{ m}^2$.

Le flux thermique vaut, en valeur absolue, 300 W.

CAPEXO 15. On met de l'eau très froide de température noté T dans un récipient cylindrique fermé situé dans une pièce à température ambiante notée T_{amb} .

- En utilisant la loi de Newton, exprimer le transfert thermique fourni par l'air ambiant pendant une durée Δt .

$$\phi = h \times S \times (T_{amb} - T) \text{ où } S \text{ est la surface du cylindre.}$$

- Utiliser le premier principe pour faire un bilan d'énergie sur la durée Δt .

$$\Delta U = \phi \times \Delta t$$

- En faisant tendre Δt vers 0, établir l'équation différentielle vérifiée par T .

$$dU = mc dT = \phi dt = hS(T_{amb} - T)dt$$

donc

$$\frac{dT}{dt} + \frac{T}{\tau} = \frac{T_{amb}}{\tau} \text{ avec } \tau = \frac{mc}{hS}$$