



**CAPEXOS**

## Chapitres F2 et F3 corrections

- Citer les différentes contributions microscopiques à l'énergie interne d'un système
- Identifier la nature d'une énergie stockée dans un système

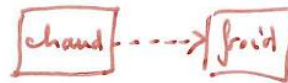
**CAPEXO 1.** Deux échantillons d'un kilogramme de fer solide sont à des températures différentes.

a- Lequel possède le plus d'énergie interne et pourquoi ?

*même énergie potentielle microscopique mais énergie cinétique microscopique plus grande pour le plus chaud:  $U(\text{chaud}) > U(\text{froid})$*

b- On les met en contact. Dans quel sens a lieu le transfert thermique ?

*du plus chaud au plus froid.*



- Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour un système dans un état condensé

**CAPEXO 2.** Joachim a oublié, en plein soleil, sa canette de coca qui sortait du réfrigérateur, à la température de 5°C. La température ambiante est de 25°C. Après environ une heure, la température de la canette se stabilise à 36°C. La canette en aluminium a une masse de 14g. Les 300mL de boisson qu'elle peut contenir sont assimilés à de l'eau.

Calculer la variation d'énergie interne de la canette et du liquide. On donne  $c_{\text{eau}}=4,18 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  et  $c_{\text{Al}}=897 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

$$\Delta U = \Delta U_{\text{canette}} + \Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{canette}} c_{\text{Al}} \times (T_f - T_i) + m_{\text{boisson}} c_{\text{eau}} (T_f - T_i)$$

$$\Delta U = (0,014 \times 897 + 0,300 \times 4,18 \times 10^3) \times (36 - 5) = 39,3 \text{ kJ}.$$

**CAPEXO 3.** Pour élever sa température de 1°C, l'énergie interne d'un bloc de béton de masse  $m=20\text{kg}$  doit augmenter de  $1,6 \cdot 10^4 \text{ J}$ .

a- A quelle variation d'énergie interne correspond une élévation de 10°C de 1kg de béton ?

$$\Delta U = 1 \times \frac{1,6 \times 10^4}{20} \times 10 = 8,0 \times 10^3 \text{ J} = 8,0 \text{ kJ}.$$

b- A quelle variation d'énergie interne correspond une baisse de 10°C de 1t de béton ?

$$\Delta U = -80 \text{ kJ}$$



**CAPEXO 4.** Dans une bouteille thermos, on verse 1,0L de café à la température de 60°C. La température de l'ensemble se stabilise à 52°C. La capacité thermique et la masse volumique du café seront prises égales à celle de l'eau ( $\rho_{\text{eau}}=1,00\text{kg/L}$  et  $c_{\text{eau}}=4,18\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ).

a- Calculer la variation d'énergie interne du café.

$$\Delta U_{\text{café}} = 1,0 \times 4,18 \times 10^3 \times (52 - 60) = -33 \text{ kJ}$$

b- En supposant le thermos complètement isolant, déterminer la variation de l'énergie interne du système {thermos + café}.

$$\Delta U_{\text{tot}} = 0$$

c- Déduire la valeur de la variation d'énergie interne de la bouteille thermos ;

$$\Delta U_{\text{tot}} = 0 = \Delta U_{\text{café}} + \Delta U_{\text{thermos}} \text{ donc } \Delta U_{\text{thermos}} = 33 \text{ kJ}$$

d- La bouteille thermos était à la température ambiante de 20°C avant de recevoir du café. Calculer la capacité thermique du thermos.

$$\Delta U_{\text{thermos}} = C_{\text{thermos}} (T_f - T_i) \text{ donc } C_{\text{thermos}} = \frac{33}{52 - 20} = 1,0 \text{ kJ}\cdot\text{K}^{-1}$$

**CAPEXO 5.** Un bain marie utilisé en chimie contient 1,7L d'eau initialement à une température  $T_1=20^\circ\text{C}$ . Au bout de quelques minutes, la résistante chauffante du bain marie permet d'augmenter la température de l'eau à  $T_2=64^\circ\text{C}$ . Calculer la variation d'énergie interne de l'eau. ( $\rho_{\text{eau}}=1,00\text{kg/L}$  et  $c_{\text{eau}}=4,18\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

$$\Delta U = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) = 1,7 \text{ kg} \times 4,18 \times 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \times 44 \text{ K} = 3,1 \times 10^5 \text{ J}$$

- Distinguer, dans un bilan d'énergie, le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.
- Effectuer le bilan d'énergie d'un système thermodynamique.
- Représenter les transferts d'énergie à l'aide d'un diagramme ou d'une « chaîne énergétique ».

**CAPEXO 6.** Au cours du fonctionnement d'un moteur de voiture, le mélange gazeux d'air et d'essence reçoit par transfert thermique 36,1kJ et cède un travail à l'extérieur de 19,4kJ. On ne prend pas en compte d'autres transferts.

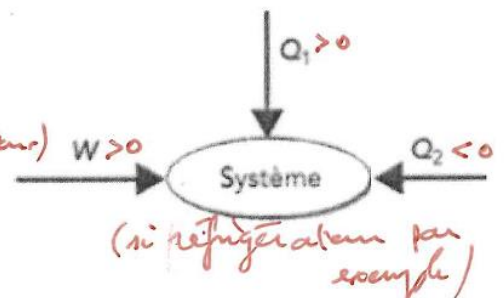
a- Faire un extrait de chaîne énergétique pour représenter la situation.



b- Le système gagne-t-il ou perd-t-il de l'énergie interne ? *Le système gagne de l'énergie car  $\Delta U = W + Q > 0$*

**CAPEXO 7.** On considère un système qui échange de l'énergie avec l'extérieur. On a représenté les transferts ci-contre.

- a- Donner le signe de chacun de ces transferts. *(pour réfrigérateurs)*
- b- A quelle condition le système gagne-t-il de l'énergie interne ?



$$\Delta U = W + Q_1 + Q_2$$

$$\Delta U > 0 \text{ si } W + Q_1 > -Q_2$$



**CAPEXO 8.** Une voiture de masse  $m = 1150\text{kg}$  roule à environ  $130\text{km/h}$ . Le conducteur freine brutalement pour éviter un obstacle. La voiture s'arrête au bout de  $145\text{ m}$ . Ce freinage provoque un fort échauffement des freins.

a-Quelle est la conversion d'énergie qui se produit lors du freinage ?

*Conversion d'énergie cinétique en énergie thermique.*

b-En considérant que l'énergie perdue est entièrement donnée aux freins, quel est la variation d'énergie interne des freins ?

$$\Delta U = -\Delta E_{\text{voiture}} = -\left(0 - \frac{1}{2}mv^2\right) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1150}{2} \times \left(\frac{130}{3.6}\right)^2 = 7,5 \times 10^5 \text{ J}$$

c- Si toute cette énergie était transférée à une masse  $m=5,0\text{kg}$  d'eau, quelle serait l'élévation de température ? ( $c_{\text{eau}}=4,18 \cdot 10^3 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$$\Delta U_{\text{eau}} = m c_{\text{eau}} \Delta T \text{ donc } \Delta T = \frac{7,5 \times 10^5 \text{ J}}{5,0 \text{ kg} \times 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} = 36^\circ\text{C}$$

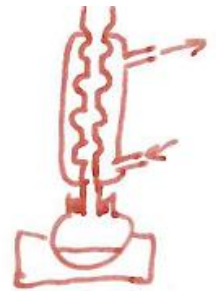
□ **Décrire (et reconnaître) qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement**

**CAPEXO 9.** 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 10.** 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.

*Du chauffe-ballon au ballon : conduction  
du ballon au liquide : conduction puis convection  
vapeurs chaude vers eau réfrigérante : conduction  
(via vase du réfrigérant)*



**CAPEXO 11.** 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 12.** 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 13.** Une couverture de survie est constituée d'un matériau imperméable, en plastique métallisé de  $13\mu\text{m}$  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  $\Rightarrow$  peu d'influence*  
*rayonnement : effet principal. réflexion du rayonnement du patient.*

**CAPEXO 14.** 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 15.** 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.

- Quel est le mode du transfert thermique entre la source de chaleur et la base du récipient ? **Conduction, convection (air), puis conduction.**
- 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.**
- 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 16.** 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.

- 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.**
- 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 17.** 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  $R_{\text{tot}}$ .

- 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  $\Phi$  en fonction des caractéristiques de chacune des plaques. En déduire l'expression de  $R_{\text{Tot}}$ .
- 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  $R_{\text{tot}}$ .

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

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



**CAPEXO 18.** On reprend le capexo 16. La température à l'intérieur du réfrigérateur est de  $4,0^{\circ}\text{C}$  et à l'extérieur, de  $20^{\circ}\text{C}$ . 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 19.** 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  $5^{\circ}\text{C}$  entre les deux faces planes et parallèles de la plaque de cuivre. Le transfert thermique mesuré, pour 15min est de  $Q_{cu} = 4,4 \cdot 10^6 \text{J}$ . La résistance thermique de la face plane de l'aluminium est  $R_{thAl} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ . En déduire lequel de ces deux matériaux transfère le plus rapidement l'énergie thermique.

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

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

**CAPEXO 20.** 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  $R_{thvitre} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ .

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

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

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

$$= 115 \text{ MJ}$$