

Sujet oral du second groupe

Partie du programme : Premier principe de la thermodynamique

Effectuer des bilans d'énergie sur un système : Premier principe de la thermodynamique

- Modes de transfert thermique
- Caractériser les trois modes de transfert thermique
- Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température

Capacité thermique d'un système

- 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 effectuer un bilan énergétique.

Quels sont les secrets d'un thé réussi ?

Eloïse souhaite chauffer un volume d'eau de 600 mL au micro-ondes pour préparer un thé. Après des recherches l'eau initialement à 20°C devra atteindre la température finale de 85°C.

Données :

- Capacité calorifique massique de l'eau : $C(\text{eau}) = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Masse volumique de l'eau : $\rho(\text{eau}) = 1,00 \text{ g.mL}^{-1}$
- Puissance du micro-ondes : 900 W
- Rappel : $E = P \times \Delta t$ (E en J ; P en W ; Δt en s)

➤ Questions :

1. Citer les trois modes de transferts thermiques.
2. Quel est le mode de transfert thermique principal dans le micro-ondes pour chauffer l'eau ?
3. Quelle est l'expression de la variation d'énergie interne de l'eau $\Delta U(\text{eau})$ lors du chauffage ?
4. On admettra que toute l'énergie émise par le micro-ondes sert à chauffer l'eau. Quelle durée doit sélectionner Eloïse pour avoir l'eau à la bonne température ?

Toute démarche même incomplète sera valorisée.

Eloïse sert le thé à elle et une copine. L'un dans une tasse en porcelaine et l'autre dans une tasse en verre.

- 5.1. Dans quel sens le transfert thermique se fait-il entre le thé et l'air ?
- 5.2. La relation entre le flux thermique ϕ (puissance), la résistance thermique R_{th} et la variation de température ΔT est :

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

Sachant que le flux thermique est en watts quelle est l'unité de R_{th} .

- 5.3. Sachant que la résistance thermique du verre est plus élevée que celle de la porcelaine, quelle tasse gardera le thé chaud le plus longtemps ? Justifier.

Correction détaillée

1. Modes de transfert thermique : La convection, la conduction et le rayonnement

2. Le rayonnement

3. On sait que : $\Delta U(\text{eau}) = W + Q$

Le travail des forces extérieures W est nul donc :

$$\Delta U(\text{eau}) = Q = m \times c_{\text{eau}} \times \Delta T (= \rho_{\text{eau}} \times V \times c_{\text{eau}} \times \Delta T)$$

4. L'énergie émise par le micro-onde est totalement reçue par l'eau donc :

$$E_{\text{microonde}} = \Delta U(\text{eau})$$

$$\begin{aligned} P \times \Delta t &= \Delta U(\text{eau}) & \text{donc :} & \quad \Delta t = \frac{\Delta U(\text{eau})}{P} \\ \Delta t &= \frac{m \times c_{\text{eau}} \times \Delta T}{P} = \frac{\rho_{\text{eau}} \times V \times c_{\text{eau}} \times \Delta T}{P} \\ \Delta t &= \frac{1,00 \times 600 \times 4,18 \times (85 - 20)}{900} = 182 \text{ s} \end{aligned}$$

5.1. Un transfert thermique se fait du corps chaud vers le corps froid donc du thé vers l'air.

5.2. R_{th} en $\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ou $^{\circ}\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$

5.3. Plus R_{th} grand plus le flux est faible donc le matériau isole mieux. Le choix se portera sur le verre.

Question	Réponse attendue	Barème	Compléments/Aides pour l'oral
Q1	Conduction, convection et rayonnement	3 x 0,5	Exemples : on chauffe une barre de fer...
Q2	Rayonnement	0,5	Insister sur micro- « onde »
Q3	$\Delta U(\text{eau}) = W + Q = Q + 0$ $\Delta U(\text{eau}) = m \times c_{\text{eau}} \times \Delta T (= \rho_{\text{eau}} \times V \times c_{\text{eau}} \times \Delta T)$	0,5 1	Exprimer la variation d'énergie interne ΔU en fonction de Q et W. Y-a-il un W ?
Q4	L'énergie émise par le micro-onde est totalement reçue par l'eau donc $E_{\text{microonde}} = \Delta U(\text{eau})$ $P \times \Delta t = \Delta U(\text{eau})$ $\Delta t = \frac{\Delta U(\text{eau})}{P} = \frac{m \times c_{\text{eau}} \times \Delta T}{P} = \frac{\rho_{\text{eau}} \times V \times c_{\text{eau}} \times \Delta T}{P}$ $\Delta t = \frac{1,00 \times 600 \times 4,18 \times (85 - 20)}{900} = 182 \text{ s}$	0,5 0,5 2 0,5	Dans quelle formule le temps apparait ? Que signifie « L'énergie émise par le micro-onde est totalement transférée à l'eau » ? Le résultat est-il cohérent ? Convertir la durée en minutes ...
Q5.1.	Le flux thermique se fait du corps chaud vers le corps froid	1	Possibilité de faire juste du qualitatif avec la notion d'isolant.
Q5.2.	R_{th} en K.W^{-1} ou $^{\circ}\text{C.W}^{-1}$	1	
Q5.3.	Plus R_{th} grand plus le flux est faible donc le matériau isole mieux. Le choix se portera sur le verre.	1	
Suppléments	- Quel est le sens d'un transfert thermique ? - Donner l'expression du flux thermique. - Notion de thermostat. Quelle serait la valeur de la température finale après refroidissement ? - Onde électromagnétique : déf ; propriétés (diffraction/Interférences)		