Session hiver 2025

Partie D

Remarque : Les différentes questions sont indépendantes et il est possible d'y répondre séparément.

Dans un calorimètre que l'on suppose parfaitement isolé (adiabatique) se trouve une masse M = 0,500 kg de glace à 0,0°C. Pour faire fondre la glace, on introduit une masse m de vapeur à 100,0°C. Le mélange de masse M+m se stabilise à une température θ = 45,0°C. L'énergie reçue par la masse M vaut 259 kJ.

a) **Démontrer que l'énergie reçue par la masse M de glace pour qu'elle atteigne une température θ = 45,0°C vaut 259 kJ.**

b) **Déterminer la masse m de vapeur nécessaire pour fournir cette énergie à la glace.**

c) **Au lieu de verser de la vapeur d'eau pour faire fondre la masse de glace M et l'amener à θ = 45,0°C, on utilise un thermoplongeur de puissance P = 300 W pris dans la glace. Calculer le temps Δt en minutes/secondes (exemple : 5 min 16 s) de chauffage nécessaire pour y arriver.**

Dans un calorimètre que l'on suppose parfaitement isolé (adiabatique) se trouve une masse M = 0,500 kg de glace à 0,0°C. Pour faire fondre la glace, on introduit une masse m de vapeur à 100,0°C. Le mélange de masse M+m se stabilise à une température θ = 45,0°C. L'énergie reçue par la masse M vaut 259 kJ.

a) Démontrer que l'énergie reçue par la masse M de glace pour qu'elle atteigne une température θ = 45,0°C vaut 259 kJ.

Changement d'état

La glace est à 0°C. Pour la fondre il faut lui donner la chaleur nécessaire pour ***le changement d'état*** *:*

$$Q = mL_f$$

La lettre m représente la masse en kg et L_f la chaleur latente de fusion de l'eau.

Pour rappel, ***la chaleur latente de fusion*** *correspond à 'énergie nécessaire pour fondre 1 kg d'une matière qui est déjà à sa température de fusion.*

Une fois fondue, il faut encore augmenter la masse d'eau obtenue de 0 à 45°C.

Échange de chaleur

L'énergie Q nécessaire pour ***augmenter la température*** *d'un corps dépend de sa masse m et de sa chaleur massique c :*

$$Q = mc\Delta T$$

$Q_r = mL_f + mc\Delta T$

$= 0{,}5 \cdot 3{,}3 \cdot 10^5 + 0{,}5 \cdot 4180 \cdot 45$

$= 2{,}59 \cdot 10^5 \text{ J} = 259\ kJ$ ✓

b) Déterminer la masse m de vapeur nécessaire pour fournir cette énergie à la glace.

En passant de l'état gazeux à l'état liquide, la vapeur d'eau restitue l'énergie qu'elle a reçue lorsqu'elle a passé de l'état de l'eau liquide à 100°C à l'état de vapeur à 100°C.
La chaleur donnée par la vapeur lors de ce ***changement d'état*** *est proportionnelle à la masse m de la vapeur et à la chaleur latente d'évaporation de l'eau :*

$$Q = mL_v$$

Une fois liquide, l'eau donne une partie de son énergie thermique pour ***baisser sa température*** *qui passe de 100 à 45°C :*

$$Q = mc\Delta T$$

En absence de toute échange avec l'environnement, ***le principe de conservation de l'énergie*** *ou le premier principe de la thermodynamique dit que la chaleur donnée par la vapeur est égale à la chaleur reçue par la glace :*

$$Q_d = Q_r$$

$Q_d = mL_v + mc\Delta T$

$= m(L_v + c\Delta T)$

$= m(23 \cdot 10^5 + 4180 \cdot 45) = 2{,}488 \cdot 10^6 m$

$Q_d = Q_r$

$\Rightarrow 2{,}488 \cdot 10^6 m = 2{,}59 \cdot 10^5$

$\Rightarrow m = \frac{2{,}59 \cdot 10^5}{2{,}488 \cdot 10^6} = 0{,}104\ kg$

Au lieu de verser de la vapeur d'eau pour faire fondre la masse de glace M et l'amener à θ = 45,0°C, on utilise un thermoplongeur de puissance P = 300 W pris dans la glace.

d) Calculer le temps Δt en minutes/secondes (exemple : 5 min 16 s) de chauffage nécessaire pour y arriver.

$Q_d = Pt = 300t$

$Q_d = Q_r$

$\Rightarrow 300t = 2{,}59 \cdot 10^5$ (Voir plus haut au point a)

$\Rightarrow t = \frac{2{,}59 \cdot 10^5}{300} = 863\ s$

$= 14$ minutes $et\ 23\ secondes$

Un thermoplongeur est un appareil qui transforme l'énergie électrique en chaleur.

La puissance P représente la chaleur Q qu'il dégage par unité de temps t. On peut utiliser cette relation pour calculer la durée nécessaire pour obtenir une quantité donnée d'énergie :

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P}$$

Transformer les secondes en minutes-secondes :
863 / 60 = 14,38 minutes
14 minutes = 840 secondes
Reste : 863 – 840 = 23 secondes