

Thème 1 : Constitution et transformations de la matière

Chapitre 11 : Les transformations physiques

Activité : Energie de changement d'état

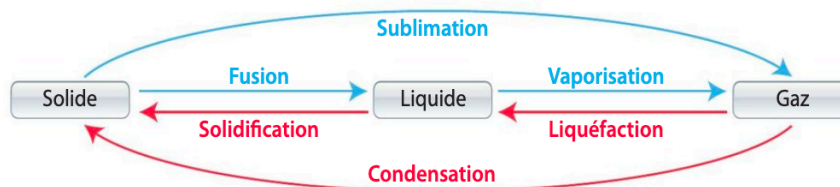
Notions et contenus	Capacités exigibles <i>Activités expérimentales support de la formation</i>
A) Transformation physique	
Écriture symbolique d'un changement d'état. Modélisation microscopique d'un changement d'état. Transformations physiques endothermiques et exothermiques. Énergie de changement d'état et applications.	Citer des exemples de changements d'état physique de la vie courante et dans l'environnement. Établir l'écriture d'une équation pour un changement d'état. Distinguer fusion et dissolution. Identifier le sens du transfert thermique lors d'un changement d'état et le relier au terme exothermique ou endothermique. Exploiter la relation entre l'énergie transférée lors d'un changement d'état et l'énergie massique de changement d'état de l'espèce. <i>Relier l'énergie échangée à la masse de l'espèce qui change d'état.</i>

Thème 1 : Constitution et transformations de la matière

Chapitre 12 : Les transformations physiques

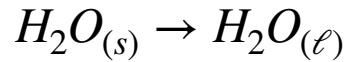
I. Changement d'état des corps purs

- ▶ Les changements d'états sont des transformations physiques.

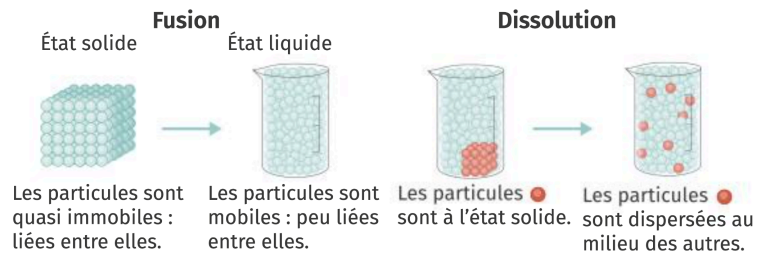
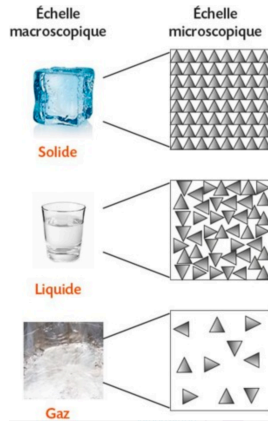


- ▶ Lors d'une transformation physique, l'espèce chimique ne change pas.
- ▶ Rappel : pour un corps pur, le changement d'état s'effectue à température constante (palier). Lors du changement d'état, les 2 états coexistent.
- ▶ Une transformation physique subie par une espèce chimique X est modélisée par l'équation de réaction suivante : $X_{(etat1)} \rightarrow X_{(etat2)}$

Exemple : fusion de l'eau



- ▶ Au niveau microscopique, l'agitation des particules est modifiée par la variation de température.
- ▶ Si la température augmente, l'agitation est plus importante.



- ▶ ATTENTION ! Fusion \neq dissolution

II. Transfert d'énergie

Q : Energie transférée

1. Transformation endothermique et exothermique

- Si on chauffe une espèce chimique, on lui apporte de l'énergie. L'espèce capte (reçoit) cette énergie. On dit que la transformation est **endothermique** : $Q > 0$ (absorbe de l'énergie)
- A l'inverse, si l'espèce chimique se refroidit, elle perd de l'énergie. C'est le milieu extérieur qui capte cette énergie. La transformation est **exothermique** : $Q < 0$ (libère de l'énergie)



Pas de malentendu

→ En thermodynamique, lorsque la quantité d'énergie est perdue par le corps, elle est comptée négativement. Lorsqu'elle est gagnée par le corps, elle est comptée positivement.

- Fusion, vaporisation et sublimation \Rightarrow endothermique $Q > 0$.
- Solidification, liquéfaction et condensation \Rightarrow exothermique $Q < 0$

2. Energie massique de changement d'état

- **Définition** : l'énergie massique de changement d'état d'une espèce, notée L , est l'énergie transférée lors du changement d'état d'un kilogramme de cette espèce. On l'appelle aussi chaleur latente de changement d'état. Elle est en $J \cdot kg^{-1}$.
- Lors du changement d'état d'une masse m d'une espèce chimique, l'énergie transférée Q est :

$$J \longrightarrow Q = m \times L \longleftarrow J \cdot kg^{-1}$$

↑
kg

énergie totale transférée → ← énergie transférée par kilo

- On peut déterminer L par **l'expérience** avec un **calorimètre** (voir TP)

3. Bilan d'énergie

Lorsqu'un système subit une variation de température et un changement d'état, l'énergie totale Q transférée est la somme des énergies transférées lors des différentes étapes de ce processus :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

Si le système est isolé (on néglige les transferts d'énergie avec l'extérieur) :

$$Q = 0$$

10 Calculer une variation d'énergie

Mobiliser ses connaissances ; effectuer un calcul.

La température d'ébullition de l'ammoniac NH_3 est égale à $-33,3^\circ\text{C}$ à la pression de 1 013 hPa.

1. Identifier le sens du transfert thermique lorsque de l'ammoniac se vaporise.
2. Calculer l'énergie Q transférée lors de la vaporisation de 2,5 kg d'ammoniac.

Donnée

Énergie massique de vaporisation de l'ammoniac :

$$L_v(\text{NH}_3) = 1,37 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

Exercice 3

 Exercice du même type : n° 13 page 122

Fonte d'un glaçon

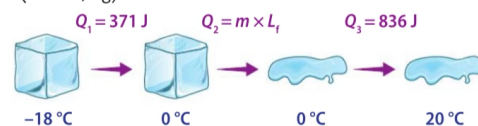
Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Un glaçon d'eau de masse $m = 10,0 \text{ g}$ à la température de -18°C se transforme en eau liquide à 20°C . L'énergie Q transférée de l'air vers le glaçon pour réaliser cette transformation est égale à 4,58 kJ. Les énergies transférées lorsque le glaçon a entièrement fondu sont données ci-dessous.

- Calculer l'énergie massique L_f de fusion de l'eau.

Données

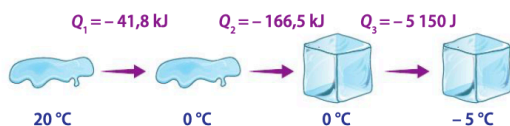
Glaçon ($m = 10,0 \text{ g}$) :



11 Calculer une énergie transférée (1)

 Mobiliser ses connaissances ; effectuer un calcul.

- Déterminer l'énergie totale transférée lorsqu'une masse de 500 g d'eau liquide est refroidie suivant la transformation schématisée ci-dessous :



12 Calculer une énergie transférée (2)

Mobiliser ses connaissances ; effectuer un calcul.

Un glaçon de 50 g à -10°C fond et la température finale de l'eau liquide issue du glaçon est égale à 0°C .

- Calculer l'énergie transférée.

Données

- Réchauffement du glaçon de -10°C à 0°C : $Q_1 = 1\ 050 \text{ J}$.
- Changement d'état du glaçon : $Q_2 = 16\ 700 \text{ J}$.

13 Garçon : un lait chaud !

Effectuer des calculs ; rédiger une explication.

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

Au café, le serveur réchauffe 220 mL de lait en y injectant de la vapeur d'eau à $120,0^\circ\text{C}$. Le lait, initialement à la température de $18,0^\circ\text{C}$, est réchauffé à $60,0^\circ\text{C}$.

On suppose que les transferts thermiques se font uniquement entre le lait et la vapeur d'eau, et que toute la vapeur injectée devient liquide puis se refroidit à $60,0^\circ\text{C}$.

1. Calculer l'énergie reçue par le lait pour s'échauffer de $18,0^\circ\text{C}$ à $60,0^\circ\text{C}$.
2. Exprimer, en fonction de la masse m de vapeur d'eau injectée :
 - a. l'énergie libérée par cette vapeur en se refroidissant jusqu'à $100,0^\circ\text{C}$;
 - b. l'énergie libérée par cette vapeur en devenant liquide ;
 - c. l'énergie libérée par l'eau liquide formée en se refroidissant de $100,0^\circ\text{C}$ à $60,0^\circ\text{C}$.

3. À l'aide d'un bilan des échanges énergétiques, calculer la masse m de vapeur d'eau que le serveur a injectée dans le lait.

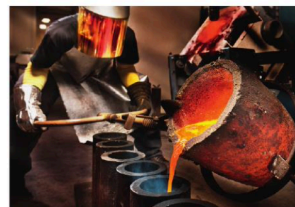
Données

- $\rho_{\text{lait}} = 1,00 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Énergie massique de liquéfaction de l'eau : $L_\ell = -2\ 257 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Énergie transférée lors d'une variation de température $\Delta\theta$ sans changement d'état, de la masse m d'un corps de capacité thermique massique c : $Q = m \times c \times \Delta\theta$.
- $c_{\text{eau (g)}} = 1,89 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.
- $c_{\text{lait (l)}} \approx c_{\text{eau (l)}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

25 min

28 La fabrication de l'acier (9 pts)

Le fer peut être obtenu à partir de ferrailles de récupération. Celles-ci sont acheminées jusqu'à un four électrique pouvant contenir jusqu'à 160 tonnes de ferrailles. On obtient du fer liquide, prêt à être coulé, refroidi et découpé en blocs.



1. a. Écrire l'équation de la fusion du fer Fe.
- b. Calculer l'énergie Q_2 transférée lors du changement d'état du fer. Utiliser le réflexe 2
2. a. Calculer, en kWh, l'énergie électrique minimale à fournir au four électrique pour réaliser cette opération.
- b. Comparer cette valeur à la consommation électrique d'une habitation évaluée à 43 kWh/jour.

Données

- $\theta_{\text{fus}}(\text{fer}) = 1\ 535^\circ\text{C}$.
- Énergie nécessaire pour que 160 t de fer passent de 20°C à $1\ 535^\circ\text{C}$, sans changement d'état : $Q_1 = 1,1 \times 10^{11} \text{ J}$.
- Énergie massique de fusion du fer : $L_f = 270 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- $1 \text{ Wh} = 3\ 600 \text{ J}$.