

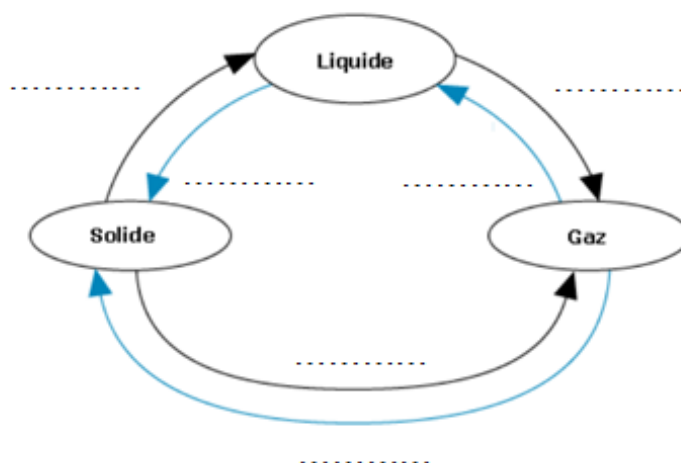
| | |
|--|---|
| Thème : Comprendre : lois et modèles | Sous-thème : Cohésion et transformation de la matière |
|--|---|

| | |
|--|--|
| Notions et contenus : Variation de température et transformation physique d'un système par transfert thermique. Lien entre températures de changement d'état et la structure moléculaire dans le cas de l'eau, des alcools et des alcanes. Miscibilité des alcools avec l'eau. | Compétences attendues : <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter à l'échelle microscopique les aspects énergétiques d'une variation de température et d'un changement d'état. • <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mesurer une énergie de changement d'état.</i> • Interpréter : <ul style="list-style-type: none"> - l'évolution des températures de changement d'état au sein d'une famille de composés ; - les différences de températures de changement d'état entre les alcanes et les alcools ; - la plus ou moins grande miscibilité des alcools avec l'eau. • <i>Réaliser une distillation fractionnée.</i> |
|--|--|

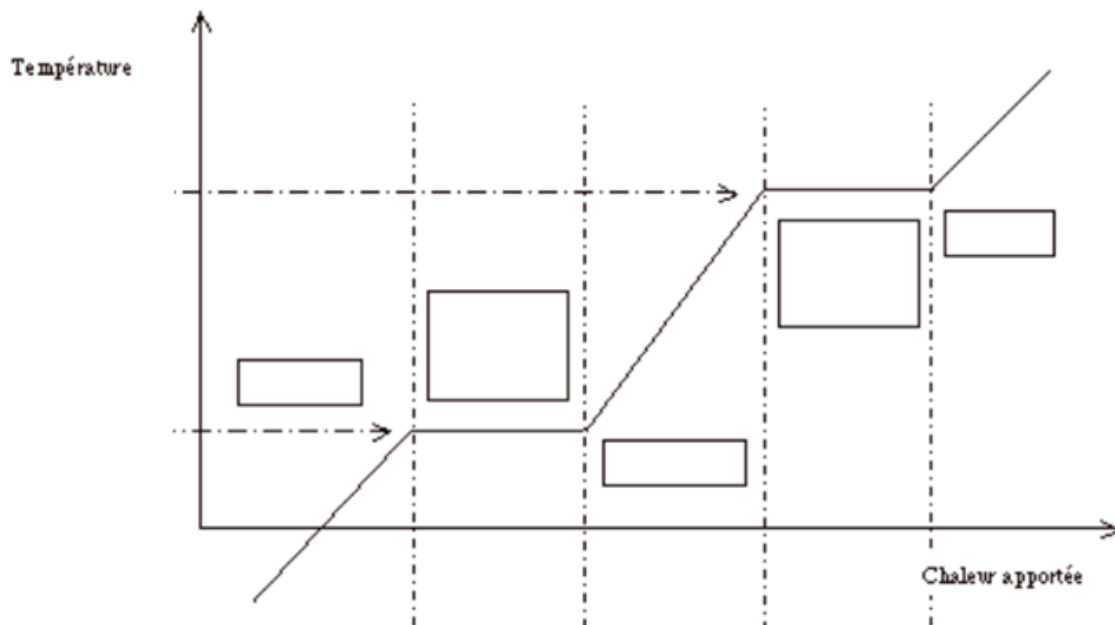
Chap. 12 : Aspect énergétique des transformations de la matière

I) Changement d'état et interaction

1) Compléter le schéma ci-dessous en indiquant le nom des différents changement d'état.



2) Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la température de l'eau lorsqu'on fait chauffer un glaçon à la pression atmosphérique :
Faire apparaître sur le graphique les températures de changement d'état et préciser les états physiques dans chaque rectangle.



- 3) Que remarque-t-on au cours d'un changement d'état ?
- 4) Lorsque l'on chauffe, quel type d'énergie apporte-t-on ? A quoi sert-elle au niveau microscopique ?

II) Mesure d'une énergie de changement d'état

Lorsqu'on ajoute des glaçons à une boisson, on constate, au bout de quelques minutes, que les glaçons ont fondu.

Quelle est l'énergie associée à la fusion de la glace ?

Doc. 1 : bilan thermique

Lors de l'expérience :

- Le calorimètre et l'eau liquide, de masse m_1 , se refroidissent. Ils cèdent de l'énergie thermique.
- La glace, de masse m_2 , fond, puis l'eau liquide ainsi formée, de masse m_2 , s'échauffe. Elles reçoivent de l'énergie thermique.

Dans un calorimètre de bonne qualité, les **énergies reçues** compensent les **énergies cédées** : leur somme est égale à zéro.

| Objet | Transformation | Energie échangée |
|-----------------------------|---|---|
| Calorimètre | Passe de θ_i à θ_f | $E_a = C \times (\theta_f - \theta_i)$ |
| Eau liquide, de masse m_1 | Passe de θ_i à θ_f | $E_b = m_1 \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$ |
| Glace, de masse m_2 | Fusion à θ_{fus} | $E_c = m_2 \times L_{\text{fus}}$ |
| Eau liquide, de masse m_2 | Passe de θ_{fus} à θ_f | $E_d = m_2 \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_{\text{fus}})$ |

- $C = 98,5 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ est la capacité thermique du calorimètre ; elle correspond à l'énergie que l'on doit apporter au calorimètre pour élever sa température de 1°C .
- c_{eau} est la capacité thermique massique de l'eau liquide ; elle correspond à l'énergie que l'on doit apporter pour élever de 1°C la température de 1 g d'eau liquide : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.
- L_{fus} (en $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$) est l'énergie thermique massique de fusion de la glace ; elle correspond à l'énergie que l'on doit apporter pour faire fondre 1 g de glace à 0°C .

Doc. 2 : matériel

- calorimètre ; - thermomètre électronique ; - balance ; - papier absorbant
- glaçons (dans de l'eau distillée afin qu'ils soient à 0°C)

Protocole expérimental :

Les mesures d'énergie thermique s'effectuent dans un calorimètre thermiquement isolé.

- Peser le calorimètre et ses accessoires ; on notera m la masse obtenue.
- Introduire 400 mL d'eau distillée avec une éprouvette graduée dans le calorimètre et peser l'ensemble. En déduire la masse m_1 d'eau froide.
- Attendre l'équilibre thermique et noter la température θ_i de l'eau dans le calorimètre.
- Prélever 2 ou 3 glaçons initialement à la température de 0°C , les sécher avec du papier absorbant et les introduire rapidement dans le calorimètre.
- Laisser fondre les glaçons en agitant de temps en temps. Noter la température finale θ_f lorsque l'équilibre thermique est atteint.
- Peser de nouveau le calorimètre. En déduire la masse m_2 des glaçons introduit.






Réaliser

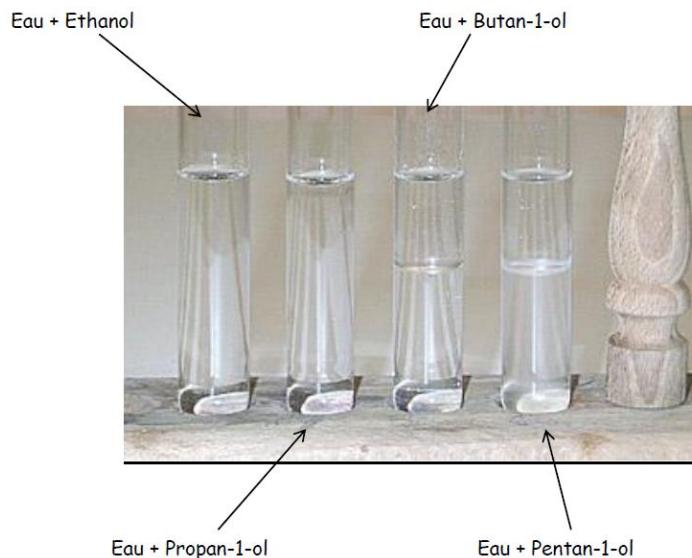
- 1) Comment la température de l'eau évolue-t-elle au cours de l'expérience dans le calorimètre ?
- 2) Pourquoi faut-il sécher les glaçons ?
- 3) D'où provient l'énergie nécessaire à la fusion de la glace ?
- 4) Traduire par une égalité la phrase écrite en italique dans le doc.1. En déduire l'expression de L_{fus} en fonction de θ_i , θ_f , θ_{fus} , m_1 , m_2 , C et c_{eau} . Préciser les unités.
- 5) Avec les valeurs obtenues lors de la manipulation, déterminer la valeur de L_{fus} .
- 6) Que peut-il se passer lorsqu'un corps reçoit de l'énergie thermique ?

III) Evolution des températures de changement d'état**Doc. 3 : températures d'alcane et d'alcools linéaires et solubilité de certains alcools dans l'eau**

| <u>Alcane</u> | | | <u>Alcools</u> | | | |
|---------------|------------------------------|--|----------------|---------------------------------------|--|---|
| Nom | Formule brute | $\theta_{\text{ébullition}}$ en $^\circ\text{C}$ | Nom | Formule « brute » | $\theta_{\text{ébullition}}$ en $^\circ\text{C}$ | Miscibilité dans l'eau en g.l^{-1} |
| Méthane | CH_4 | -161.7 | Méthanol | CH_3OH | 65 | Infinie |
| Ethane | C_2H_6 | -88.6 | Ethanol | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | 78 | Infinie |
| Propane | C_3H_8 | -42.1 | Propan-1-ol | $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ | 97 | Infinie |
| Butane | C_4H_{10} | -0.5 | Butan-1-ol | $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ | 117 | 77 |
| Pentane | C_5H_{12} | 36.1 | Pentan-1-ol | $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ | 138 | 22 |
| Hexane | C_6H_{14} | 68.7 | Hexan-1-ol | $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$ | 157 | 6 |
| heptane | C_7H_{16} | 98.4 | Heptan-1-ol | $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$ | 176 | 2 |
| Octane | C_8H_{18} | | Octan-1-ol | $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OH}$ | | |
| Nonane | C_9H_{20} | 150.8 | Nonan-1-ol | $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{OH}$ | 215 | |
| décane | $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ | 174.0 | Décan-1-ol | $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$ | 235 | |

Doc. 4 : températures d'ébullition d'alcane isomères

| Formule brute | Formule topologique | $\theta_{\text{éb}}$ ($^\circ\text{C}$) |
|---------------------------|---|---|
| C_4H_{10} |  | -0,5 |
| |  | -10 |
| C_5H_{12} |  | 36 |
| |  | 25 |
| |  | 9 |

Doc.5 : miscibilité des alcools dans l'eau**Aide :**

La distance qui sépare deux molécules voisines est plus grande pour les alcanes ramifiés que pour les alcanes linéaires. Par ailleurs, les molécules ramifiées sont moins longues que les molécules linéaires.

Réaliser

- 1) En utilisant un tableur, tracer, sur le même graphique, l'évolution des températures d'ébullition des alcanes et des alcools en fonction de leur chaîne carbonée.
- 2) Evaluer graphiquement la température d'ébullition de l'octane et de l'octane-1-ol.

Analyser et valiser

- 3) Interpréter l'évolution des températures d'ébullition au sein d'une même famille.
- 4) Interpréter la différence des températures d'ébullition entre les deux familles.
- 5) Interpréter la différence de température d'ébullition d'alcanes isomères.
- 6) Interpréter la plus ou moins grande miscibilité des alcools dans l'eau.

Aide : on dit qu'un alcool, noté R-OH, présente une partie « hydrophile » et une partie « hydrophobe ».

IV) Application : la distillation fractionnée**Doc. 6 : montage d'une distillation fractionnée**

- Placer un chauffe-ballon sur un support élévateur, le tout posé à proximité de la tige verticale d'un statif (potence).
- Attacher un ballon avec une pince au-dessus du chauffe-ballon. Poser dessus une colonne à distiller, et assurer sa verticalité grâce à une pince non serrée. Placer un thermomètre en haut de la colonne à distiller.
- Adapter un réfrigérant à eau droit en position latérale maintenu par une pince sur la tige verticale d'un statif. Placer en bout de réfrigérant un erlenmeyer, maintenu à la bonne hauteur par un support élévateur.

Les températures d'ébullition de l'hexane, de l'heptane et de l'octane sont respectivement 68,7°C, 98,4°C et 125,6°C sous la pression atmosphérique.

On réalise la distillation fractionnée d'un mélange de ces trois alcanes en recueillant chacun des alcanes pur. On arrête la distillation lorsque la température en tête de colonne atteint 110°C.

Réaliser et valider

- 1) En utilisant le doc. 6, réaliser le schéma légendé du montage. On précisera le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant droit.
- 2) Quel alcane est resté dans le ballon lors de la distillation ?
- 3) Tracer l'allure de la courbe donnant l'évolution de la température en tête de colonne, en fonction du temps, en précisant la transformation qui se produit sur chaque portion de ce graphique.