

Exercices 2 Transformations physiques

Applications : transpiration, glace carbonique, neige de culture, bouillotte, rosée

5 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Reconnaître, nommer et écrire un changement d'état dans une situation de la vie courante.
- Identifier le sens des échanges d'énergie ; exploiter $Q = m \times L$ et une courbe de température.

Exercice 1 Pourquoi transpire-t-on ? ●●○

En une heure de course, un marathonien produit environ $3,0 \times 10^6$ J d'énergie thermique qu'il doit évacuer pour que sa température reste proche de 37°C . Il perd 1,1 kg de sueur, dont 0,80 kg s'évapore sur la peau ; le reste ruisselle. On assimile la sueur à de l'eau. À la température de la peau, l'énergie massique de vaporisation de l'eau vaut $L_{\text{vap}} = 2,4 \times 10^6 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$.

- 1.1 Nommer le changement d'état subi par la sueur qui s'évapore et écrire son équation symbolique.
- 1.2 Cette transformation est-elle endothermique ou exothermique ? À quel système l'eau de la sueur prend-elle l'énergie nécessaire ?
- 1.3 Calculer l'énergie reçue par la sueur qui s'évapore en une heure. Quel pourcentage de l'énergie thermique produite par le coureur est ainsi évacué ?
- 1.4 La sueur qui ruisselle sans s'évaporer rafraîchit-elle le coureur ? Justifier.
- 1.5 Quel volume d'eau le coureur doit-il boire pour compenser ses pertes de sueur ? ($\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$)

Exercice 2 Transporter des vaccins avec de la glace carbonique ●●○

Certains vaccins sont transportés dans des caisses isothermes remplies de « glace carbonique » : du dioxyde de carbone solide à -78°C , qui disparaît peu à peu sans laisser de liquide. Une caisse contient 5,0 kg de glace carbonique, entièrement disparue au bout de trois jours. Données : énergie massique de sublimation du dioxyde de carbone $L_{\text{sub}} = 5,7 \times 10^5 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$; masse volumique du dioxyde de carbone gazeux à 20°C : $1,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

- 2.1 Nommer le changement d'état subi par la glace carbonique et écrire son équation symbolique.
- 2.2 Calculer l'énergie reçue par la glace carbonique en trois jours. D'où provient-elle ? Pourquoi les vaccins restent-ils froids ?
- 2.3 Calculer le volume de gaz libéré à 20°C , en litres puis en m^3 . L'habitacle d'une voiture a un volume d'environ 3 m^3 : pourquoi ne faut-il jamais transporter de glace carbonique dans une voiture fermée ?

Exercice 3 Un canon à neige ●●○

Pour produire de la « neige de culture », un canon pulvérise de fines gouttelettes d'eau dans l'air froid, où elles se transforment en grains de glace avant de toucher le sol. Un canon pulvérise 18 m^3 d'eau par heure. Données : $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; masse volumique de la neige de culture : $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; énergie massique de fusion de l'eau : $L_{\text{fus}} = 3,34 \times 10^5 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$.

- 3.1 Nommer le changement d'état subi par les gouttelettes. Calculer la masse d'eau pulvérisée en une heure, puis l'énergie cédée à l'air par cette eau lors du changement d'état (on ne tient compte que du changement d'état).
- 3.2 Pourquoi un canon à neige ne fonctionne-t-il que si l'air est assez froid ?

- 3.3** Calculer le volume de neige produit en une heure. Combien de temps faut-il à ce canon pour recouvrir d'une couche de 30 cm de neige une portion de piste de 25 m sur 120 m ?

Exercice 4 La bouillotte « magique »



Une chauffeurette de poche contient $m = 150$ g d'acétate de sodium hydraté (température de fusion : 58°C) et une petite pastille métallique. À 20°C , l'acétate de sodium est *liquide* : il se trouve dans un état instable (on dit qu'il est en surfusion). Lorsqu'on plie la pastille, des cristaux apparaissent et envahissent toute la poche en quelques secondes, qui devient chaude et dure (figure 1).

- 4.1** Quel changement d'état se produit lorsqu'on plie la pastille ? Est-il endothermique ou exothermique ? Justifier à l'aide de la figure 1.
- 4.2** Relever la température du palier et sa durée. Quel est l'état physique de l'acétate à $t = 30$ min ?
- 4.3** L'énergie massique de changement d'état de l'acétate de sodium hydraté vaut $L = 2,6 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$. Calculer l'énergie cédée par la chauffeurette au cours du changement d'état.
- 4.4** Pour la réutiliser, on la plonge dans l'eau bouillante jusqu'à ce que l'acétate soit entièrement liquide. Nommer ce changement d'état. Pourquoi faut-il de l'eau à plus de 58°C ? Quelle énergie l'acétate reçoit-il pendant ce changement d'état ?

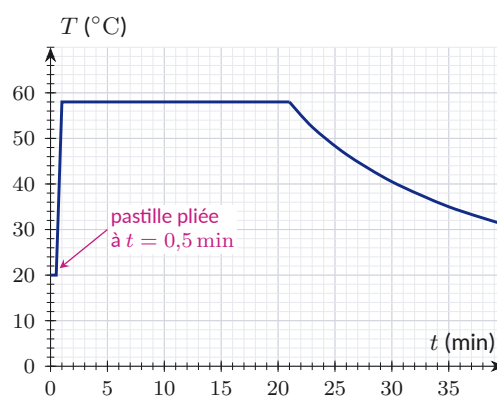


Figure 1 — Température de la chauffeurette

Exercice 5 Rosée, givre et buée



Un mètre cube d'air ne peut pas contenir plus d'une certaine masse de vapeur d'eau, qui dépend de la température (figure 2). Si l'air est refroidi au contact d'un objet froid, l'excès de vapeur d'eau change d'état et se dépose sur l'objet.

- 5.1** Un soir de printemps, l'air à 20°C contient $9,4$ g de vapeur d'eau par m^3 . La nuit, l'herbe se refroidit. À partir de quelle température de l'herbe la rosée apparaît-elle ? Nommer ce changement d'état et écrire son équation symbolique.
- 5.2** Par une nuit d'hiver, l'air contient $3,25 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ de vapeur d'eau : sur le pare-brise, la vapeur d'eau se transforme directement en givre. Nommer ce changement d'état. À quelle température du pare-brise se forme-t-il ?
- 5.3** Ces deux transformations sont-elles endothermiques ou exothermiques ?
- 5.4** Après une douche, l'air de la salle de bains, à 25°C , contient $20,0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ de vapeur d'eau. Le miroir est à 18°C . Se couvre-t-il de buée ? Justifier par une lecture graphique.
- 5.5** La salle de bains contient 12 m^3 d'air. Si toute la pièce se refroidissait jusqu'à 15°C , quelle masse d'eau liquide se déposerait sur les murs et le miroir ?

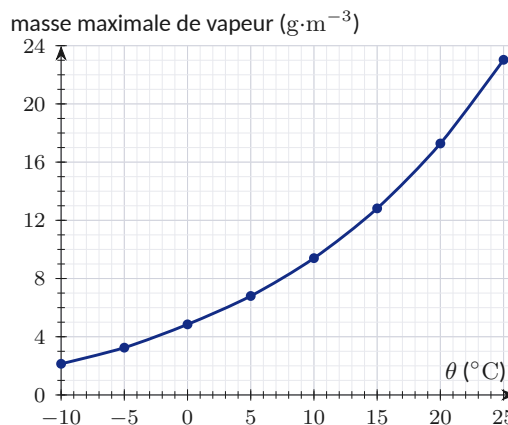


Figure 2 — Masse maximale de vapeur d'eau dans 1 m^3 d'air