

Chaleur et température

■ OBJECTIFS DU CHAPITRE ■

- Savoir que la chaleur est un mode de transfert de l'énergie.
- Savoir que la quantité de chaleur s'exprime en joule.
- Savoir relever une température.
- Savoir vérifier que lors d'un changement d'état, la température ne varie pas.

QUESTIONS

1. On ajoute des glaçons dans une boisson. Comment évoluera la température de la boisson au fur et à mesure que les glaçons fondent ?
2. Les glaçons sont fondus. On laisse la boisson à l'air ambiant. Pourquoi la température de la boisson augmente-t-elle ?

Réponses à la page 22

Document 1 Degré Celsius et degré Fahrenheit

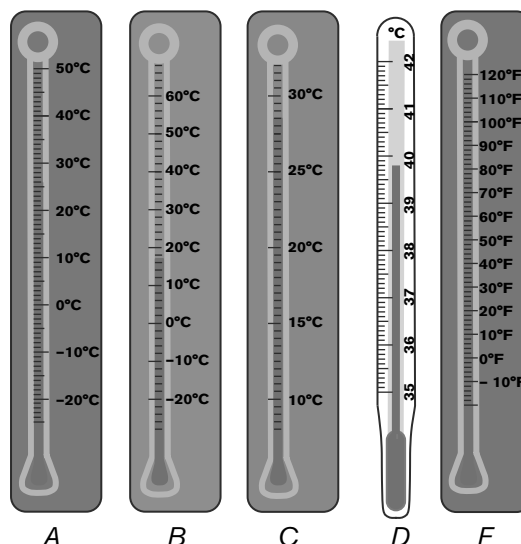
• **Daniel Gabriel Fahrenheit** proposa en 1724 une échelle de température dont l'origine était la température d'un mélange contenant la même masse d'eau et de sel et le point haut, la température du sang humain. L'écart de température entre l'origine et le point haut fut ensuite partagé en 96 degrés.

• Peu de temps après, les travaux d'**Anders Celsius** conduisirent les scientifiques à proposer comme point zéro la glace fondante et comme point haut, l'ébullition de l'eau qui fut fixée à 100 degrés.

La relation permettant de convertir une température F en degré Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) en une température θ en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) est $\theta = (F - 32) \times 5/9$.

1 Relevez les températures sur chacun des thermomètres représentés ci-dessous.

Température A	26°C
Température B	17°C
Température C	31°C
Température D	$39,8^{\circ}\text{C}$
Température E	78°C



2 À l'aide du document 1, calculez en degré Celsius la température relevée sur le thermomètre E.

$$\theta = (F - 32) \times 5/9 \quad \theta = (78 - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$\theta = 25,56^{\circ}\text{C}$$

Document 2 Une échelle scientifique de température

• Les échelles de température **Celsius** et **Fahrenheit** présentent des inconvénients majeurs : la température du sang est sujette à des variations et la température d'ébullition de l'eau dépend de la pression. Les scientifiques furent amenés à définir un système indépendant de la pression.

• En 1954, le point triple de l'eau, c'est-à-dire le point où la glace, l'eau liquide et la vapeur d'eau coexistent devint la référence. La température du

point triple fut ainsi fixée à 273,16 K (0,01 $^{\circ}\text{C}$).

• Dans la nouvelle échelle, appelée **échelle Kelvin**, une variation de température de 1 K (kelvin) est équivalente à une variation de température de 1 $^{\circ}\text{C}$ (degré Celsius).

Une addition permet de passer d'une température θ en degré Celsius à une température T en kelvin : $T = \theta + 273,15$.

3 Calculez en kelvin les températures relevées sur les thermomètres représentés dans la question 1.

Température en degré Celsius	Calcul	Température en kelvin
$\theta_A = 26^{\circ}\text{C}$	$26 + 273,15$	$T = 299,15\text{ K}$
$\theta_B = 17^{\circ}\text{C}$	$17 + 273,15$	$T = 290,15\text{ K}$
$\theta_C = 31^{\circ}\text{C}$	$31 + 273,15$	$T = 304,15\text{ K}$
$\theta_D = 39,8^{\circ}\text{C}$	$39,8 + 273,15$	$T = 312,95\text{ K}$
$\theta_E = 25,56^{\circ}\text{C}$	$25,56 + 273,15$	$T = 298,71\text{ K}$

Document Les transferts d'énergie

• En physique, la notion de **travail mécanique** est liée au déplacement d'un objet, celle de **travail électrique** au déplacement de charges électriques. Travail mécanique et travail électrique se mesurent en **joule**. Le moteur d'une perceuse convertit le travail électrique en travail mécanique. Il y a transfert d'énergie.

• Il existe d'autres types de transferts d'énergie, par exemple : une bouilloire convertit le travail électrique en chaleur, un four à micro-ondes convertit le travail électrique en rayonnement.

• Rayonnement, travail électrique, travail mécanique et chaleur sont des **modes de transfert d'énergie** alors qu'un moteur, une bouilloire ou un four à micro-ondes sont des **convertisseurs d'énergie**.

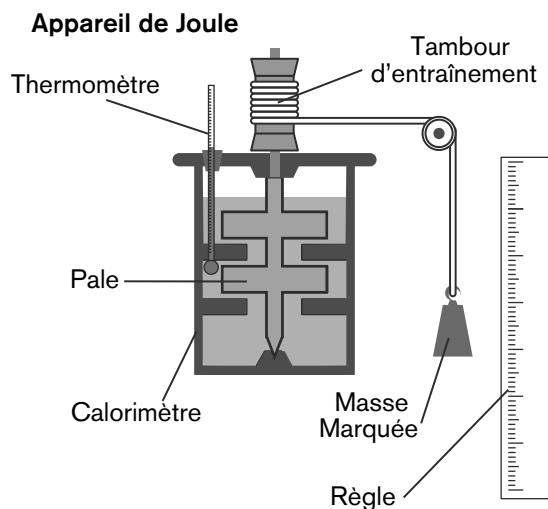
● Complétez les phrases ci-dessous à l'aide du document.

- Un fer à repasser convertit *le travail électrique* en *chaleur*.
- Les cellules photovoltaïques d'un panneau solaire convertissent le rayonnement du soleil en *travail électrique*.
- Les freins d'une automobile convertissent *le travail mécanique* en *chaleur*.
- Le travail électrique, le travail mécanique, le rayonnement et *la chaleur* sont des *modes de transfert d'énergie*.

Document L'expérience de Joule

• Au XIX^e siècle, James Prescott Joule conçut le dispositif représenté ci-contre. La chute d'une masse marquée entraîne la rotation d'un tambour dont l'axe est muni de pales. Les pales se déplacent à l'intérieur d'un récipient isolé (calorimètre) contenant une quantité d'eau déterminée. Joule constata que l'agitation de l'eau par les pales s'accompagnait d'une élévation de la température.

• En calculant le travail mécanique de la masse marquée, il établit que le travail mécanique nécessaire pour échauffer 1 g d'eau de 1 °C était de 4,18 J. Dès lors, il fut possible d'exprimer une quantité de chaleur en **joule**.



● Complétez les phrases ci-dessous à l'aide du document.

- Dans l'expérience de Joule, le frottement des pales sur l'eau convertit le *travail mécanique* de la masse marquée en *chaleur*.
- Une quantité de chaleur s'exprime en *Joule*.
- Un calorimètre est un récipient thermiquement *isolé* ainsi il n'y a pas d'échange de matière ou de *chaleur* avec le milieu extérieur.

Activité 4

CONSTATER LES EFFETS D'UN TRANSFERT DE CHALEUR

Matériel

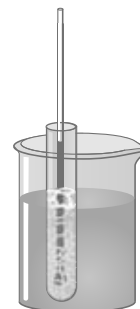
Un bécher
Un tube à essais
Un thermomètre
De l'eau chaude à environ 60 °C
De la glace
De l'eau du robinet

MODE OPÉRATOIRE

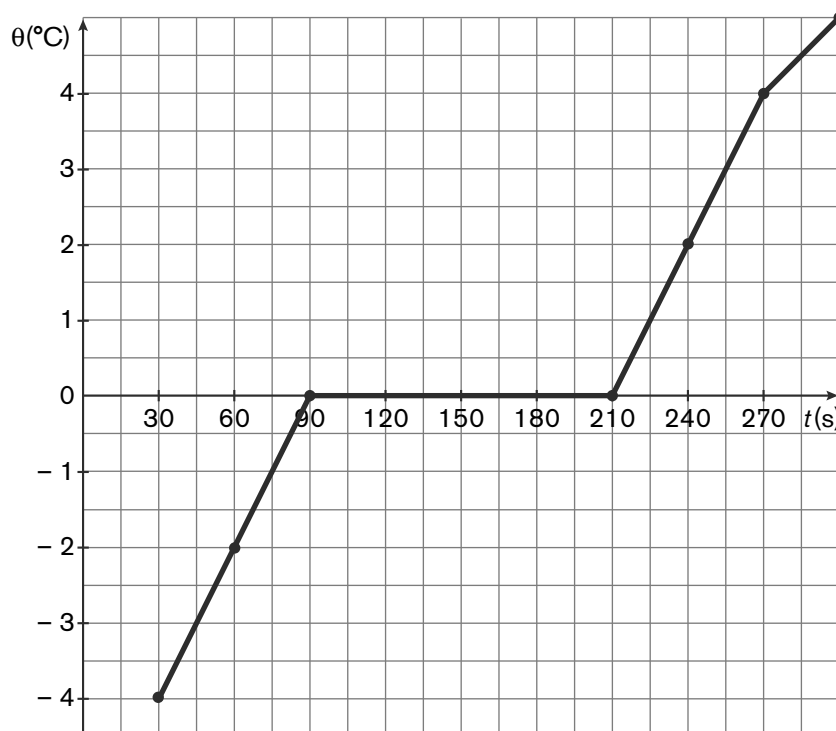
1. Remplissez à moitié le tube à essais de glace.
2. Remplissez le bécher d'eau chaude.
3. relevez la température θ du contenu du tube toutes les 30 secondes. Notez chaque valeur dans le tableau.

t (s)	30 s	60 s	90 s	120 s	150 s
θ (°C)	-4	-2	0	0	0

t (s)	180 s	210 s	240 s	270 s	300 s
θ (°C)	0	0	2	4	5



4. Placez les points de coordonnées (t ; θ) dans le repère ci-dessous.
5. Tracez la courbe de fusion de la glace.



OBSERVATION

- La température commence par *augmenter*, puis reste *constante* tant que dure la fusion de la glace, avant de *augmenter* à nouveau quand toute la glace a fondu.

CONCLUSION

- Au cours de la fusion de la glace, le *transfert* d'énergie sous forme de *chaleur* a servi au *changement d'état* de l'eau qui est passée de l'état *solide* à l'état *liquide*.
- Quand la fusion est terminée, le transfert d'énergie permet l'augmentation de la *température* du contenu du tube à essais.
- Un changement d'état libère ou consomme de *l'énergie*.



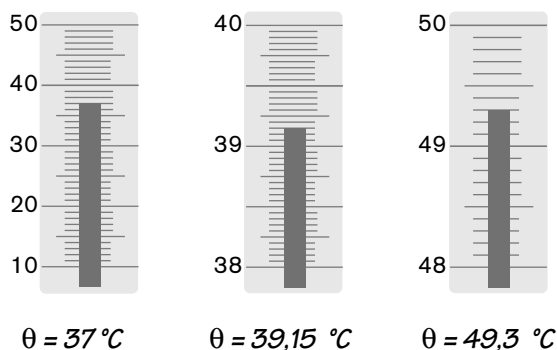
Testez vos connaissances

Cochez la (ou les) réponse(s) correcte(s).

- 1 Une quantité de chaleur s'exprime en :**
 - ☒ joule
 - ☐ watt
 - ☐ kelvin
- 2 En Europe, les températures météorologiques sont relevées en :**
 - ☒ degré Celsius
 - ☐ degré Fahrenheit
 - ☐ kelvin
- 3 L'unité ayant pour symbole K est :**
 - ☐ le kilogramme
 - ☐ le potassium
 - ☒ le kelvin
- 4 Une différence de température sera exprimée par le même nombre, si elle est exprimée :**
 - ☐ en kelvin et en degré Fahrenheit
 - ☒ en kelvin et en degré Celsius
 - ☐ en degré Celsius et en degré Fahrenheit
- 5 Un changement d'état sans changement de température est provoqué par un transfert :**
 - ☐ d'énergie mécanique
 - ☐ d'énergie électrique
 - ☒ de chaleur
- 6 La fusion de la glace :**
 - ☒ consomme de l'énergie
 - ☐ libère de l'énergie
 - ☐ ne consomme ni ne libère d'énergie
- 7 Le symbole de la température absolue est :**
 - ☐ θ
 - ☒ T
 - ☐ t
- 8 Une température est exprimée en kelvin et en degré Celsius, alors :**
 - ☒ $T(K) > \theta (^{\circ}\text{C})$
 - ☐ $T(K) = \theta (^{\circ}\text{C})$
 - ☐ $T(K) < \theta (^{\circ}\text{C})$
- 9 Un fer à repasser convertit un travail électrique en :**
 - ☐ travail mécanique
 - ☐ rayonnement
 - ☒ chaleur
- 10 Quel savant a établi l'équivalence entre le travail mécanique et la chaleur ?**
 - ☐ Kelvin
 - ☒ Joule
 - ☐ Celsius
- 11 La fusion de la glace est un changement :**
 - ☒ d'état
 - ☐ de nature
 - ☐ de configuration
- 12 Le passage de l'état liquide à l'état gazeux est :**
 - ☐ la sublimation
 - ☐ la solidification
 - ☒ l'évaporation

Corrigés des exercices

13



14 $T = 37 + 273,15 = 310,15\text{ K}$.

15

Métal	Fer	Cuivre	Plomb	Étain
Température de fusion en K	1 808	1 356	600	505
Température de fusion en $^{\circ}\text{C}$	1 434,85	982,85	326,85	231,85

16 $\theta = (F - 32) \times 5/9$

$\theta = (104 - 32) \times 5/9 = 40^{\circ}\text{C}$

La température est supérieure à 37°C , elle correspond à un état fiévreux.

17 $\theta = (F - 32) \times 5/9$

$x = (x - 32) \times 5/9 \Rightarrow x = 5/9 x - 160/9 \Rightarrow 4/9 x = -160/9$
 $x = -40$

Lorsque la température est égale à -40°C , elle est aussi de -40°F .

18 Akiko fait bouillir de l'eau sur son réchaud à gaz. L'eau reçoit de la *chaleur* produite par la combustion du gaz, avant d'arriver à l'ébullition, la *température* de l'eau augmente. Lorsque l'eau bout, elle continue à recevoir de la *chaleur*, mais sa *température* reste constante.

19 a) Un radiateur électrique convertit le *travail électrique* en *chaleur*.

b) Un ventilateur convertit le *travail électrique* en *travail mécanique*.

c) Un lave-linge convertit le *travail électrique* en *travail mécanique* et en *chaleur*.

d) Un alternateur convertit le *travail mécanique* en *travail électrique*.

e) Un chauffe-eau solaire convertit le *rayonnement* en *chaleur*.

f) Le corps humain convertit l'énergie chimique des aliments en *chaleur* et en *travail mécanique*.

20 1. $\theta = 232^{\circ}\text{C}$, $T = 505,15\text{ K}$

2. D, A, C, B

3. Tube D : état solide;

Tube B : état liquide;

Tubes A et C : solide et liquide.

21 a) Entre les points A et B, la température décroît de 480°C à 327°C : le plomb est à l'état *liquide*.

b) Entre les points B et C, on assiste à un *changement d'état* : le plomb passe de l'état *liquide* à l'état *solide*, il se solidifie. La température est *constante* tant que dure le *changement d'état*.

c) Au-delà du point C, le plomb est *solide*, la température recommence à *baisser*.

d) La température de fusion du plomb est 327°C .

22 1. Lorsqu'un fluide passe de l'état liquide à l'état gazeux, c'est une évaporation.

2. Lorsqu'un fluide passe de l'état gazeux à l'état liquide, c'est une condensation liquide ou liquéfaction.

3. Un fluide doit recevoir de la chaleur pour passer de l'état liquide à l'état gazeux.

4. Un fluide doit libérer de la chaleur pour passer de l'état gazeux à l'état liquide.

5. Le fluide passe à l'état gazeux dans l'évaporateur (freezer).

Le fluide passe à l'état liquide dans le condenseur.

6. Dans le compresseur la pression augmente alors qu'elle chute dans le détendeur.

RÉPONSES AUX QUESTIONS DE LA PAGE 15

1. La température commencera à baisser, puis se stabilisera à 0°C tant que durera la fusion des glaçons.

2. Une fois les glaçons fondus, le transfert d'énergie de l'air à la boisson provoque l'augmentation de température.