

La température

Ce qu'il faut savoir sur...

1 la notion de température

La notion de température est liée à la sensation de chaud ou de froid que nous procure le toucher. Or, cette sensation est subjective et dépend des sensations antérieures (fig. 1). Pour apprécier une température, on ne peut donc pas se fier à notre toucher.

Pour repérer la température, on fait appel aux phénomènes physiques mesurables qui accompagnent les variations de température.

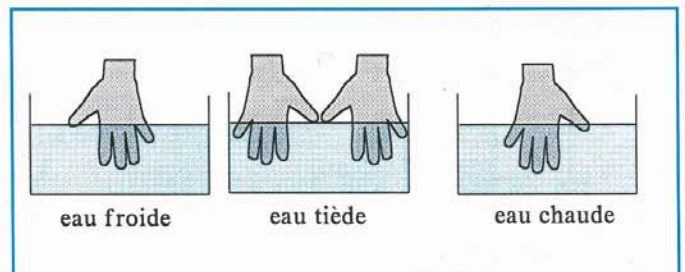


Fig. 1. Si nous plongeons notre main droite dans l'eau froide, et la gauche dans l'eau chaude, puis les deux ensemble dans l'eau tiède, celle-ci paraît chaude à la main droite, et froide à la main gauche.

2 les grandeurs thermométriques

Certaines grandeurs physiques varient avec la température. Citons :

- la longueur et le volume d'un solide ;
- la volume d'un liquide ou d'un gaz ;
- la résistance d'un conducteur ou d'un semi-conducteur ;
- les propriétés des cristaux liquides.

Elles peuvent être utilisées pour construire un **thermomètre**, instrument destiné à repérer les températures.

Les thermomètres les plus courants utilisent la dilatation d'une colonne de liquide (mercure ou alcool) (fig. 2).

D'autres thermomètres sont présentés sur la fiche technique page 49.

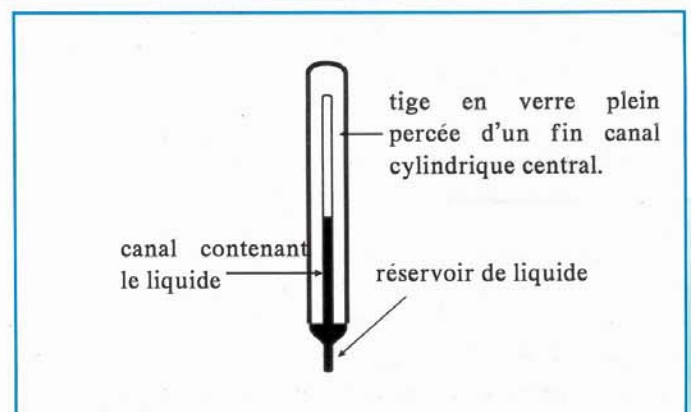


Fig. 2. Le thermomètre à dilatation.

Lorsque le réservoir est plongé dans un liquide (ou un gaz) chaud, le liquide contenu dans le thermomètre se dilate et son niveau dans le canal central monte.

3 l'échelle Celsius

En France les thermomètres sont gradués en degrés Celsius (symbole °C).

L'échelle Celsius satisfait aux trois conditions suivantes :

- la température de la glace fondante est fixée à 0°C.
- la température d'ébullition de l'eau est fixée 100°C.
- il y a 100 divisions égales entre le point 0 et le point 100.

Donc, pour graduer un thermomètre en degrés Celsius (fig. 3) :

1°) on le plonge dans un récipient contenant de l'eau et de la glace sous la pression atmosphérique normale et on grave le trait zéro à l'endroit où le liquide affleure.

2°) on le plonge dans la vapeur surmontant de l'eau qui bout sous la pression atmosphérique normale et on trace le trait 100 au niveau d'affleurement du liquide.

3°) on divise l'intervalle compris entre les traits 0 et 100 en 100 parties égales. Chaque division correspond à un degré Celsius.

La graduation peut être continuée en dessous de zéro et au dessus de cent.

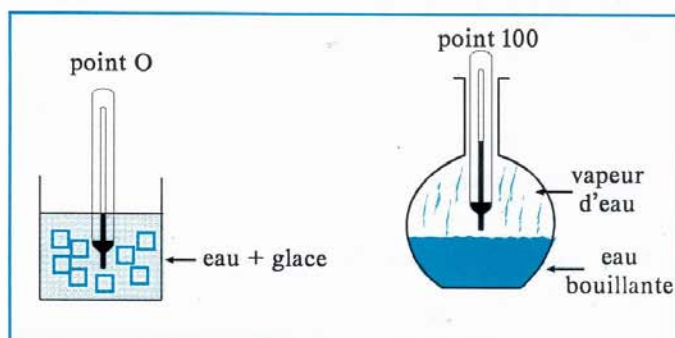


Fig. 3. Graduation d'un thermomètre à mercure.

4 l'échelle Kelvin ou échelle absolue

L'étude des propriétés des gaz (voir chapitre 16) conduit à définir une autre température que la température Celsius : la **température absolue** T directement liée à d'autres grandeurs physiques. La température absolue s'exprime en kelvin (symbole K). Le kelvin est l'unité de température dans le système international d'unités.

La température absolue T et la température Celsius t sont liées par la relation :

$$T = t + 273$$

Les deux échelles sont donc simplement décalées de 273°. Par conséquent, la différence de deux températures s'exprimera par la même valeur numérique dans les deux échelles.

$$T_2 - T_1 = t_2 - t_1.$$

La correspondance entre les deux échelles et une troisième : l'échelle Fahrenheit utilisée dans les pays anglo-saxons est représentée figure 4.

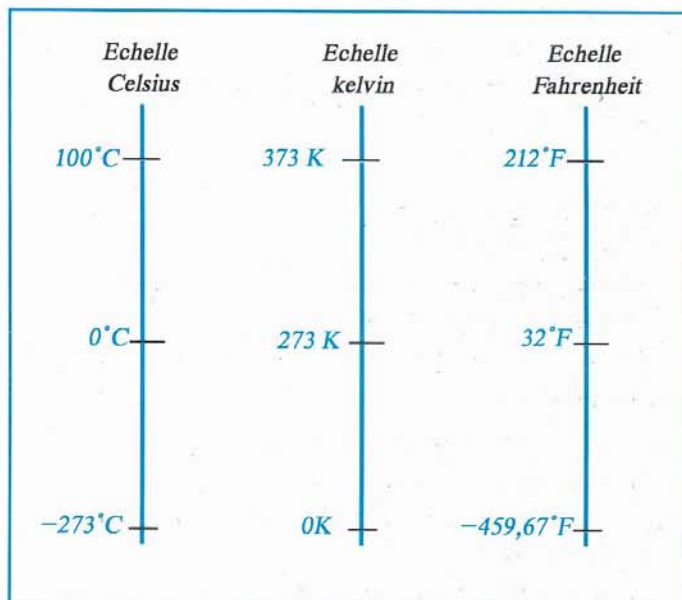


Fig. 4. Correspondance entre les échelles Celsius, kelvin et Fahrenheit.

Le zéro absolu qui est la température la plus basse possible correspond à -273 C.

Tests

Vérifiez vos connaissances sur...

1 l'équilibre thermique

Qu'appelle-t-on équilibre thermique ? Lorsqu'il est atteint, que peut-on dire de la température du thermomètre et de celle du liquide dans lequel il est plongé ? Comment voit-on, en regardant le thermomètre, que l'équilibre thermique est atteint ?

2 les conditions d'utilisation d'un thermomètre

Rappelez les causes d'erreurs qui peuvent entacher le résultat de la détermination d'une température avec un thermomètre.

3 les différents liquides thermométriques

Le mercure et l'éthanol coloré sont utilisés pour construire des thermomètres à dilatation de liquide. En utilisant les données du tableau suivant, déduisez les avantages et les inconvénients de ces deux liquides l'un par rapport à l'autre.

	température de fusion	température d'ébullition	dilatation
mercure	-39°C	357°C	α
éthanol	-114°C	79°C	6 α

4 les échelles Celsius et Kelvin

Rappelez la relation entre t , température Celsius et T , température absolue ou kelvin. Remplissez le tableau suivant :

$$0^\circ\text{C} = \dots \text{K} \quad 100 \text{ K} = \dots ^\circ\text{C}$$

Température de fusion :

$$\text{* de l'or} = 1337,58 \text{ K} = \dots ^\circ\text{C}$$

$$\text{* de l'argent} = 1235,08 \text{ K} = \dots ^\circ\text{C}$$

$$0 \text{ K} = \dots ^\circ\text{C} \quad 100^\circ\text{C} = \dots \text{K}$$

5 le thermomètre médical

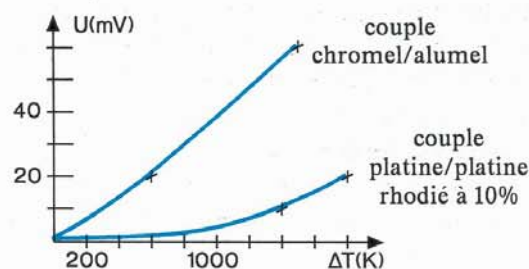
Pour mesurer la température du corps, on utilise un thermomètre à dilatation de mercure un peu spécial : un étranglement au niveau de réservoir provoque la cassure de la colonne de mercure et empêche donc le mercure de redescendre dans le réservoir quand il se rétracte.

- Quel est l'intérêt de cette particularité ?
 - Pourquoi faut-il secouer le thermomètre avant de l'utiliser ?
- Comment faut-il le faire ?

6 le thermocouple

- Expliquez le principe de fonctionnement d'un thermocouple.
- Faites le schéma correspondant et commentez les courbes suivantes.

Dans le cas de ces deux couples, la tension entre les deux soudures est-elle proportionnelle à la différence de température ?



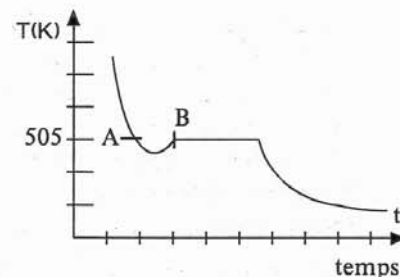
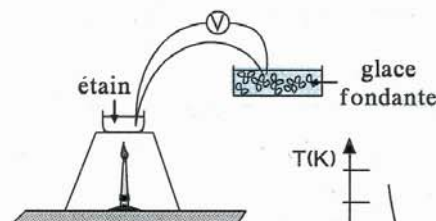
7 la variation de température d'un corps pur lors d'un changement d'état

Le montage ci-dessous permet d'obtenir la courbe $T = f(t)$ lors de la fusion de l'étain.

1°) A quelle température Celsius se produit la fusion de l'étain ?

2°) Que remarque-t-on pendant toute la fusion ?

3°) Comment interprétez-vous la partie de la courbe comprise entre A et B.



Exercices

Appliquez vos connaissances

8 Utilisation de l'échelle Réaumur

On utilisait autrefois une autre échelle de température : l'échelle Réaumur dont les points fixes sont :

- * 0°C pour la fusion de la glace
- * 80°R pour l'ébullition de l'eau sous la pression atmosphérique normale.

- 1°) Quelle est la correspondance entre 1°C et 1°R ?
- 2°) A quelle température Réaumur correspond 25°C ?

9 Sensibilité d'un thermomètre

On appelle sensibilité d'un thermomètre, la plus faible variation de température qu'il permet de déceler.

Un thermomètre à mercure a une longueur de 20 cm entre les traits correspondant respectivement à 0°C et à 100°C . Le plus petit déplacement du niveau du mercure que l'on puisse déceler étant de 0,2 mm,

- 1°) Quelle est la sensibilité de ce thermomètre ?
- 2°) Comment peut-on augmenter la sensibilité d'un thermomètre ?

10 Justesse d'un thermomètre

Un thermomètre est juste s'il indique la valeur exacte de la température. On contrôle la justesse d'un thermomètre en contrôlant son zéro dans la glace fondante et son point 100 dans la vapeur d'eau bouillante.

On plonge un thermomètre dans un mélange eau/glace. Il indique -1°C . Dans la vapeur d'eau bouillante, son indication est $98,5^{\circ}\text{C}$.

- 1°) Ce thermomètre est-il juste ?
- 2°) Quelle est la valeur de la température quand il indique 62°C ?

11 Utilisation d'un thermocouple

Le tableau suivant donne les domaines d'utilisation des thermocouples usuels.

- 1°) Quelle est la plus basse température Celsius que l'on peut déterminer avec ces thermocouples ?
- 2°) Quelles est la plus haute ?
- 3°) La température de fusion de l'or étant égale à 1064°C , quel(s) thermocouple(s), parmi ceux indiqués ci-après, peut-on utiliser pour la mettre en évidence ?

Cuivre/constantan	de 100 K à 500 K
Fer/constantan	de 100 K à 1100 K
Chromel/alumel	de 100 K à 1500 K
Platine/platine rhodié à 10 %	de 250 K à 1700 K

12 Exercice résolu

La température Fahrenheit t_F est liée à la température Celsius t_c par la relation $t_F = at_c + b$.

- 1°) Déterminez a et b sachant que $0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$ et $100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$.

- 2°) Tracez la courbe $t_F = f(t_c)$ et déduisez-en :

- a) La température normale du corps humain en $^{\circ}\text{F}$ (37°C).
- b) La température affichée par les thermomètres New-yorkais lorsqu'il fait -10°C l'hiver.

- 3°) Pour quelle température un thermomètre Celsius et un thermomètre Fahrenheit affichent-ils le même résultat ?

Solution

- 1°) $32 = b$ en remplaçant t_c par 0 et t_F par 32
 $212 = 100a + b$ en remplaçant t_c par 100 et t_F par 212,
donc $a = (212 - b)/100 = (212 - 32)/100 = 1,8$.

$$t_F = 1,8 t_c + 32.$$

- 2°) Tracez la courbe en utilisant une grande échelle pour plus de précision.

Ex : 1 cm pour 10°C et 10°F .

- a) $37^{\circ}\text{C} = 99^{\circ}\text{F}$ b) $-10^{\circ}\text{C} = 14^{\circ}\text{F}$

- c) $t_c = t_F$ si $t_c = 1,8 t_c + 32 \Rightarrow t_c = -40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$.