

# Brevet Professionnel

Sciences physiques et chimiques

## Thermique

Nom : .....

Groupe : .....

# Mesure de la température

## I. Echelles de températures

La température est une grandeur physique qui se mesure à l'aide d'un thermomètre.

Ces thermomètres peuvent utiliser différentes échelles pour mesurer les températures, par exemple :

- Les degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Les degré Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ )

Ces échelles de température ont été définies arbitrairement. Un objet à  $0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}$  possède de l'énergie thermique. Une température nulle ne signifie donc pas une chaleur nulle.

Pour exprimer la quantité de chaleur que contient un objet, on a eu besoin d'une échelle absolue : c'est le kelvin (K). Au zéro absolu  $0\text{ K}$  ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) il n'y a plus d'énergie thermique.

Le zéro absolu est la température la plus basse possible.

Une variation de  $1\text{ K}$  est équivalente à une variation de  $1^{\circ}\text{C}$ .

## II. Thermomètres

Il existe différents types de thermomètres.

- **Thermomètre liquide à alcool** : l'alcool se dilate ou se rétracte en fonction de température.



- **Le thermomètre à résistance de platine** est un dispositif permettant de mesurer la température, basé sur le fait que la résistance électrique du platine augmente en même temps que la température de façon quasi-linéaire. Les sondes les plus couramment utilisées dans l'industrie sont de type Pt100 ( $100\Omega$  à  $0^{\circ}\text{C}$ )



- **Un thermocouple** est constitué de deux fils métalliques de natures différentes dont chaque extrémité est jointe. Lorsque ces jonctions sont soumises à des températures différentes, il se produit une différence de potentiel qui génère un signal électrique dont l'intensité est convertie en température. Le thermocouple est très utilisé dans l'industrie de par son faible coût.





- **Les thermomètres infrarouges** utilisent le rayonnement infrarouge émis par l'objet dont on veut la température. Un contact physique direct n'est pas utile. Un objet émet un rayonnement naturel proportionnel à sa température. Le rayon infrarouge est capté par le détecteur du thermomètre qui transforme ce rayonnement en signal numérique. Il est utilisé en cuisine ou dans le bâtiment pour détecter les fuites thermiques.



- **Un thermomètre à cristaux liquides** possède une partie sensible constituée de cristaux liquides thermochromiques dont la couleur change selon la température. Il est utilisé dans les aquariums, les réfrigérateurs.

## Variation de température de 2 matériaux

### I. TP

Matériel : 2 thermomètres, un dispositif pour faire bouillir de l'eau, 2 masses métalliques identiques accrochées à des fils, 100g d'eau, 100g d'huile.

Protocole :

- Verser 100g d'eau et 100g d'huile dans des calorimètres (récipients isolés) et vérifier que les 2 liquides sont à la même température, y laisser les thermomètres.
- Faire bouillir un autre volume d'eau et y plonger les masses métalliques.
- Attendre quelques minutes.
- Retirer les masses de l'eau bouillante et les plonger simultanément dans l'huile et l'eau.
- Remuer l'huile et l'eau pendant 2 minutes
- Relever la température.

Que remarque-t-on ?

.....

**Conclusion** :

.....

.....

### II. A retenir

Pour un **même** ....., la .....  
de deux matériaux est .....

Pour une **même** ..... de matériaux différents, il faut des

.....

### III. Application : Fluide dans un radiateur

Pourquoi utilise-t-on des radiateurs à huile et non pas à eau pour le chauffage électrique d'appoint ?

.....

.....

.....

.....



# Transfert thermique

## I. Transfert d'énergie thermique et chaleur

**Activité** : Le temps froid, la neige et la glace peuvent être amusants. Parfois, par défi, des enfants se retrouvent bloqués à des objets métalliques, la langue collée !

**Problématique** : Comment varie la température d'un corps en fonction des apports d'énergie auxquels il est soumis ?

### Document 1



### Document 2 Définition de la chaleur

Les particules qui composent la matière ne sont jamais au repos. Elles sont en vibration permanente et possèdent donc une certaine énergie cinétique.

La température caractérise cette agitation.

Lorsque deux corps entrent en contact, ils échangent spontanément de l'énergie thermique : le corps le plus chaud qui a des particules qui ont le plus d'énergie cinétique transmet de l'énergie au corps le plus froid. C'est ce transfert d'énergie thermique qui est appelé chaleur.

Ce transfert d'énergie provoque généralement une variation de température.

1- Indiquer quels sont les corps mis en contact dans le document 1.

.....

2- Identifier le corps ayant la température la plus élevée.

.....

3- En déduire quel corps cèdera de l'énergie thermique à l'autre.

.....

4- Conjecturer l'évolution de la température de la langue.

.....

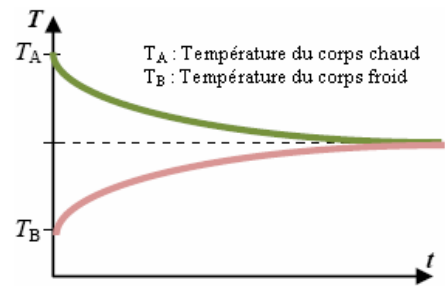
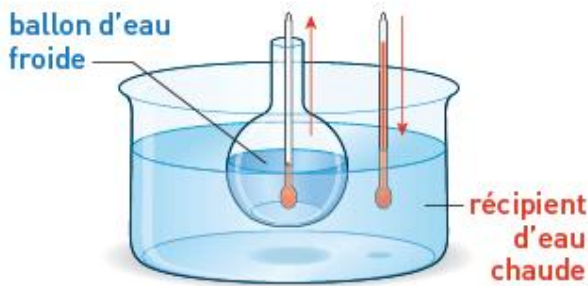
5- Résumer une explication de ce phénomène.

.....  
.....

6- Proposer une méthode permettant de libérer l'enfant sans blessure. Justifier.

.....  
.....

## II. Équilibre thermique :



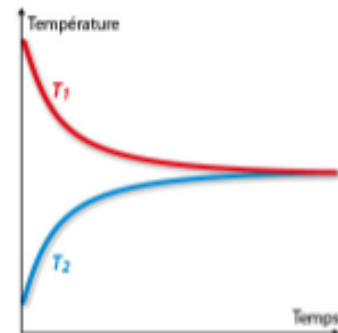
### A retenir.

L'élévation ou la diminution de température d'un corps nécessite un **apport ou une perte d'énergie**.

La chaleur est un **mode de transfert d'énergie** entre deux corps de température différentes.

Lorsqu'il y a contact entre ces deux corps, **le corps le plus chaud cède de l'énergie** sous forme de chaleur au corps le plus froid.

Leurs températures évoluent vers **un état d'équilibre thermique**.



Remarque : c'est la quantité de chaleur transférée et non la différence de température qui procure la sensation de froid ou chaud.

## III. Modes de transfert thermique.

Vidéo :

<https://youtu.be/LZWbhzxYtRs>

Il existe trois modes de transfert thermique :

- La **conduction** est transfert thermique par contact, sans déplacement de la matière, l'agitation des particules se transmet de la partie chaude vers la partie froide.



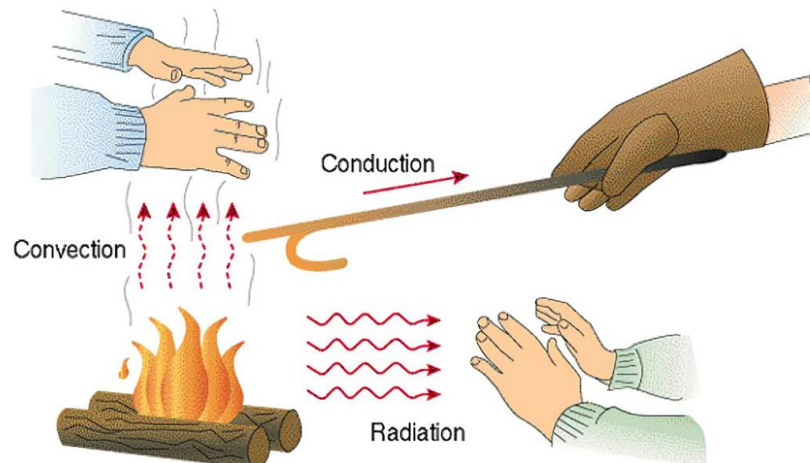
(ex : tisonnier qui devient chaud au contact des braises d'une cheminée)

- La **convection** est un transfert d'énergie thermique avec un déplacement d'ensemble de la matière qui diffuse l'agitation des particules.

(ex : air chaud qui monte devant la cheminée)

- Le **rayonnement** est un transfert d'énergie thermique qui n'a pas de besoin de matière et augmente l'agitation des molécules quand il est reçu. Tout corps de température supérieure à 0 K émet un rayonnement thermique.

(ex : la chaleur des braises ressentie devant une cheminée)



#### IV. Travaux pratiques

##### EXEMPLES D'EXPERIMENTATION POUR ILLUSTRER LES TROIS MODES DE TRANSFERTS THERMIQUES

###### ▪ EXPERIENCE 1 : conduction

Protocole expérimental : Sur une tige métallique, fixée horizontalement, déposer de petites boules de cire de bougie. Chauffer une extrémité de la barre à l'aide d'une flamme. Qu'observez-vous ?

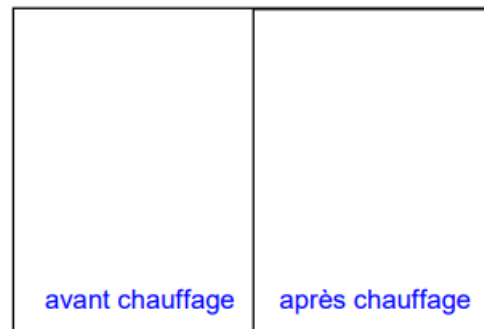
.....  
.....  
.....  
.....



Interprétation : .....  
.....  
.....

###### ▪ EXPERIENCE 2 : convection

Protocole expérimental : Dans un bécher, placer quelques gouttes d'encre bleue issue d'une cartouche. Laisser reposer le liquide jusqu'à ce que l'eau située au fond du bécher se colore. Placer le bécher sur la plaque chauffante. Qu'observez-vous ? Représenter le bécher avant et après le chauffage dans le cadre ci-dessus.



.....  
 .....  
 .....

Interprétation : .....  
 .....  
 .....

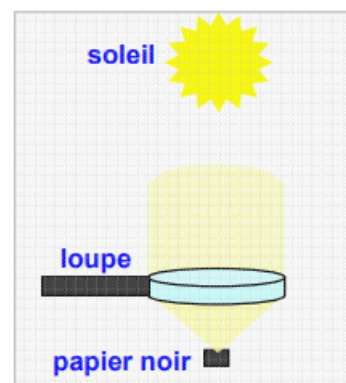
### ▪ EXPERIENCE 3 : rayonnement

Protocole expérimental : Au soleil on place un bout de papier noir. On place une loupe entre la source et le papier. Qu'observez-vous ?

.....  
 .....

Interprétation :

.....  
 .....  
 .....  
 .....



Le papier noir brûlerait-il si on réalisait l'expérience dans le vide ?

.....  
 .....

### Exercice : Identifier le mode de transfert thermique

Certaines douches solaires sont constituées d'un sac plastique noir dans lequel on place de l'eau et que l'on expose au Soleil.

Identifier le mode de transfert thermique :

- a. du Soleil vers le sac plastique : .....
- b. du sac plastique vers l'eau qu'il contient : .....
- c. dans l'eau contenue dans le sac plastique : .....



## V. Energie transférée sous forme thermique

Pour calculer une **énergie transférée** sous forme thermique on utilise la **capacité thermique massique** d'un corps. Cela correspond à la quantité d'énergie thermique nécessaire pour augmenter la température d'un kelvin ( $=1^{\circ}\text{C}$ ) d'un kilogramme de ce corps. Pour simplifier, cela reflète la capacité d'un matériau à accumuler de l'énergie thermique.



L'énergie  $Q$  transférée par un corps sous forme thermique se calcule avec la formule suivante :

$$Q = m \times c \times (T_{fin} - T_{début})$$

Avec  $Q$  : Energie en joules (J)

$m$  : masse du corps en kilogrammes (kg)

$c$  : capacité calorifique massique du corps en joules par kelvin et par kilogramme ( $J \cdot K^{-1} kg^{-1}$ )

$T_{fin}$  : température du corps à la fin du transfert en degrés Celcius ( $^{\circ}C$ )

$T_{début}$  : température du corps au début du transfert en degrés Celcius ( $^{\circ}C$ )

## VI. Notion de conducteur et d'isolant thermiques

TP : Comparer la conduction thermique de différents matériaux

Avant de construire sa maison, Thomas réfléchit à quels matériaux seraient les plus efficaces au niveau énergétique. Il vit à la montagne où les hivers sont très froids. Il faut donc empêcher le froid d'envahir sa maison. Il réalise alors une expérience.

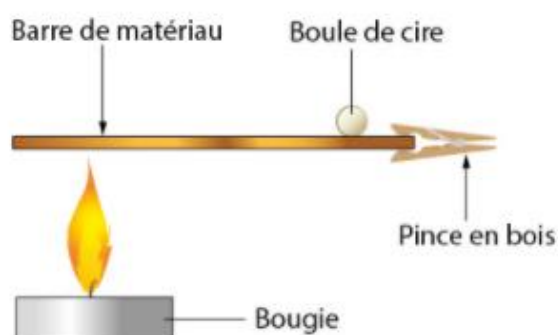
**QUESTION SCIENTIFIQUE** Comment comparer les propriétés de plusieurs matériaux quant à la conduction thermique ?

### MATÉRIEL

- ▶ une bougie
- ▶ 4 morceaux de cire
- ▶ 4 lames de matériaux différents
- ▶ chronomètre
- ▶ une pince en bois

**1 RÉALISER** Réaliser le protocole suivant :

- Déposer un morceau de cire sur une plaque d'un premier matériau.
- Placer l'autre extrémité de cette plaque au dessus d'une bougie allumée.
- À l'aide d'un chronomètre mesurer le temps mis par la cire pour fondre.
- Recommencer le protocole pour les 4 matériaux à votre disposition.



**2 S'APPROPRIER** Identifier les 4 matériaux utilisés pour cette expérience.

.....

.....

**3 COMMUNIQUER** Reporter ci-dessous les valeurs temporelles obtenues.

Matériau 1 : ..... Matériau 3 : .....

Matériau 2 : ..... Matériau 4 : .....

**4 VALIDER** En déduire un classement des matériaux du plus isolant au moins isolant.

..... < ..... < ..... < .....



5

ANALYSER/RASONNER

En vous aidant du document, proposer une méthode permettant à Thomas de faire un choix sans réaliser l'expérience ci-dessus.

.....

.....

.....

.....

.....

## Document

## Conductivités thermiques

| Matériaux | Conductivité thermique (W / m.K) |
|-----------|----------------------------------|
| Aluminium | 230                              |
| Acier     | 50                               |
| Cuivre    | 398                              |
| Bois      | 0,04                             |
| Verre     | 1,05                             |
| Plomb     | 34                               |

## A retenir

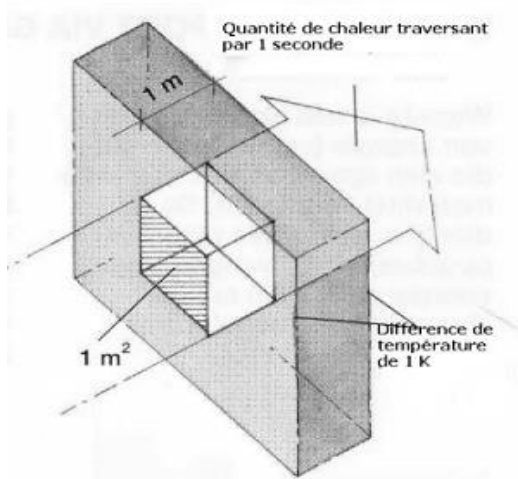
Un **isolant thermique** gardera la chaleur reçue à sa surface. Il ne cherchera pas à en « récupérer » davantage. Cela entraînera donc une sensation de chaud.

*Exemples d'isolants thermiques : polystyrène, bois, laine de verre*

Un **conducteur thermique** diffusera la chaleur reçue et de ce fait cherchera à en « récupérer » encore auprès du corps chaud. Cela entraînera donc une sensation de froid.

*Exemples de conducteurs thermiques : métaux principalement (aluminium, cuivre, plomb...)*

## a) Conductivité thermique



Le coefficient de **conductivité thermique** est la quantité de chaleur traversant le matériau en régime permanent, par unité de surface (1 m²) par unité de temps (1 s) et par unité de gradient de température de ce matériau (différence de température).

## b) Résistance thermique

La **résistance thermique R** (c'est-à-dire la résistance au passage de la chaleur) d'une paroi dépend de l'**épaisseur e** de la paroi et de la **conductivité thermique λ** (la capacité à transmettre la chaleur) du matériau :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Avec **R** : Résistance thermique en mètres carrés kelvin par watt (m².K. W⁻¹)

**e** : épaisseur de la paroi en mètres (m)

**λ** : conductivité thermique en watts par mètre et par kelvin (W.m⁻¹. K⁻¹)

### c) Calculer un flux thermique à travers une paroi

Le **flux thermique**  $\Phi$  représente la chaleur qui traverse la paroi en un certain temps. Cette chaleur se propage par conduction de la face chaude à la surface froide :

$$\Phi = \frac{\lambda \times S \times (\theta_2 - \theta_1)}{e}$$

Avec  $\Phi$  : Résistance thermique en mètres carrés kelvin par watt ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ )

$S$  : aire de la surface de la paroi en mètres carrés ( $\text{m}^2$ )

$\theta_2$  : température de la face froide en kelvin (K)

$\theta_1$  : température de la face chaude en kelvin (K)

$e$  : épaisseur de la paroi en mètres (m)

$\lambda$  : conductivité thermique en watts par mètre et par kelvin ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

Une isolation est donc d'autant plus efficace qu'elle génère un flux thermique faible.

#### Exercice 1 :

On chauffe 30g d'eau de 5°C à 40°C.

Calculer l'énergie thermique transférée (donnée  $C_{\text{eau}} = 4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) en arrondissant le résultat à la centaine.

.....  
.....

#### Exercice 2 :

On choisit d'isoler une toiture avec de la laine de chanvre d'épaisseur 200 mm et de conductivité thermique  $\lambda = 0,040 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  et des panneaux en fibre de bois d'épaisseur 12 mm et de conductivité thermique  $\lambda = 0,050 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

1 – Calculer la résistance thermique de la laine de chanvre. Arrondir à  $10^{-2}$  près.

.....

2 - Calculer la résistance thermique du panneau de bois. Arrondir à  $10^{-2}$  près.

.....

3 – On suppose que la résistance thermique totale est la somme des résistances thermiques de la laine de chanvre et des panneaux. Calculer la résistance thermique totale.

.....

4 – Calculer le flux thermique s'il fait 19°C dans la maison et 7°C dehors, sur une zone entre les poutres larges de 75 cm et longues de 4 m. Arrondir à  $10^{-2}$  près.

.....