

L'ÉNERGIE THERMIQUE

Quelles Sont les Idées Clés ?

L'Énergie thermique d'un fluide est la somme des énergies cinétiques des atomes qui le constituent. La chaleur est un transfert d'énergie thermique d'une zone « chaude » vers une zone « plus froide ». La température exprimée en degré kelvin est plus adaptée que l'échelle celsius.

Pourquoi étudier ce chapitre ?

La révolution industrielle est liée à l'essor d'une science nouvelle au 19^{ème} siècle : la thermodynamique : où comment utiliser la chaleur pour créer du mouvement. Des physiciens célèbres tels que Joule, Carnot, Watt (inventeur de la machine à vapeur) se sont intéressés de très près à cette notion de chaleur et ont bâti une théorie à l'épreuve du feu.

L'homme du 21^{ème} siècle soucieux des enjeux énergétiques et environnementaux cherche à utiliser ses connaissances en matière de d'énergie thermique pour ne pas la « gaspiller ».

Quel sont les pré-requis ?

Principe de conservation de l'Énergie



Par une nuit bien froide, des vêtements chauds agissent comme des isolants thermiques.

Le transfert thermique du feu par rayonnement peut vous réchauffer ainsi que vos vêtements. Le feu peut également transférer l'énergie à votre casserole par convection et conduction.



Chapitre

TRANSFERT D'ÉNERGIE PAR LA CHALEUR

L'Énergie Thermique

La Chaleur

Différence entre Énergie Thermique et Chaleur

Température

Interprétation microscopique de la température

Relation entre Température et Chaleur

Effets de la chaleur

MODES DE TRANSFERT THERMIQUE

Conduction

Convection

Rayonnement

EN BREF

1 TRANSFERT D'ENERGIE PAR LA CHALEUR

1.1) L'Energie Thermique :

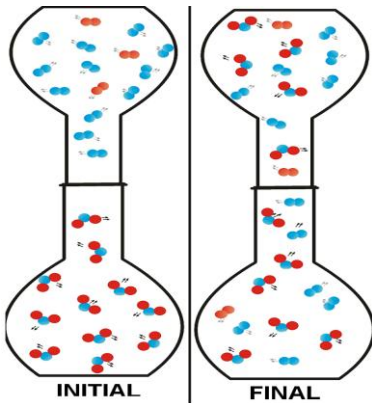


On chauffe un tube à essai contenant de l'air et fermé par un bouchon.

Observation :

Interprétation :

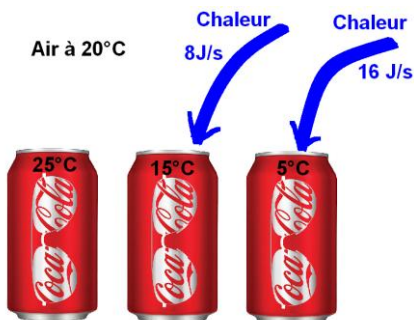
Définition : L'énergie thermique est la somme des énergies cinétiques microscopiques des atomes ou molécules du système. C'est une forme d'énergie **stockée** dans un système.



Faire réagir de l'acide nitrique sur du cuivre. Attendre 1h.

Observation :

Interprétation :



Comparer une cannette sortie du frigo , une sortie du congélateur à une cannette restée à température ambiante.

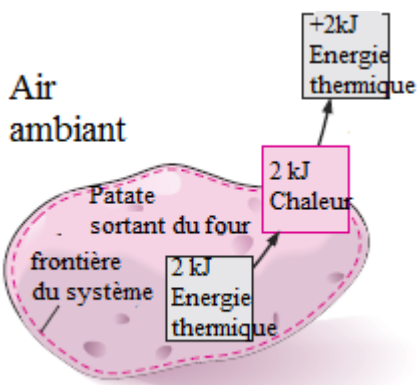
Observation :

Interprétation :

1.2) Chaleur

Définition : La **chaleur** notée Q est un transfert d'énergie thermique d'un système à un autre. Unité : Joule.

La chaleur est transmise grâce à une **différence de température**. Plus cette différence est grande, plus la chaleur transmise est grande.



1.3) Différence entre Energie thermique et Chaleur.

On dit qu'un système contient de l'énergie thermique mais ne contient pas de chaleur. Les **frontières** de ce système par contre peuvent être **traversées par la chaleur**. La quantité de chaleur notée Q est donc un transfert d'énergie thermique d'un système vers l'extérieur ($Q < 0$) ou inversement ($Q > 0$).



1.4) Température



On mesure la température de l'eau en ébullition.

Observation :

Conclusion :



Soient 2 béchers contenant 250 mL d'eau chacun. On relève la température T_1 et T_2 de chacun des volumes. Puis on ajoute ces deux volumes dans un bécher. On mesure la température T_3 de ces 500 mL d'eau.

Observation :

1.5) Interprétation microscopique de la Température

Définition : La **température** est une mesure de degré d'agitation des atomes et molécules d'un système (S). C'est une mesure qui permet de calculer la **vitesse moyenne d'une particule** de (S).

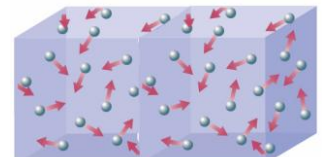
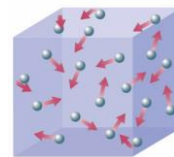
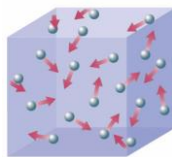
Le tableau ci-contre montre que :

.....

La température est une grandeur

T(°C)	Vitesse moyenne d'un atome de Néon (m.s ⁻¹)
0	583
20	605
100	682

Preuve :



Volume :	V_1	V_1
Nombre d'atomes :	19	19
Température	20°C	20°C
Vitesse moyenne v :	605 m.s ⁻¹	605 m.s ⁻¹
Energie thermique :	$E_1 = 19 \times \frac{1}{2} mv^2$	$E_2 = 19 \times \frac{1}{2} mv^2$	$E_3 = \dots\dots\dots$

L'énergie thermique est une grandeur

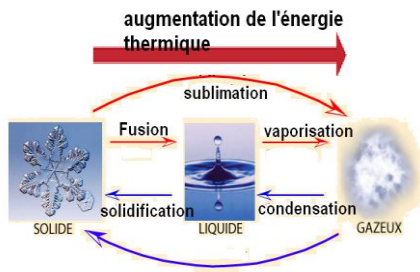
Rappel : par définition

$$E_{\text{therm}} = \text{somme des } (E_{\text{cin, micro}})$$

1.6) Relation entre température et chaleur :

L'expérience montre que la température est la « force motrice » qui dirige la chaleur d'un corps 'chaud' à température T_1 vers un corps plus 'froid' de température $T_2 < T_1$

Deux corps à la même température



La chaleur à 2 effets possibles :

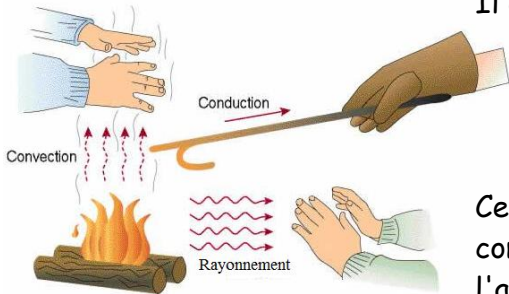
- ①
- ②

2 MODE DE TRANSFERT THERMIQUE

Il existe 3 mécanismes de transfert thermique :

- la conduction
- la convection
- le rayonnement

Ces 3 mécanismes opèrent toujours simultanément, toutefois, lorsque la combinaison des trois modes fait apparaître un mode prédominant, l'analyse du phénomène se fait alors comme si seul le mode prédominant existait.




Exemple :
 Au petit déjeuner, vous expérimentez les 3 modes de transfert. Expliquez.

.....

.....

.....

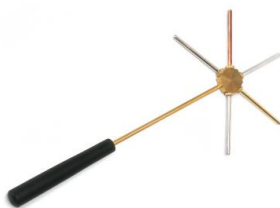

2.1) Conduction



Répartir des petites boules de cire le long d'une tige métallique et d'une tige de plexiglas puis on chauffe chacune des tiges.

Observation :

Interprétation :

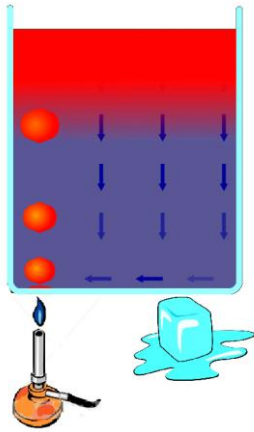
Chauffer une étoile métallique. C'est un appareil à cinq tiges métalliques destiné à comparer la conduction thermique de l'aluminium, le laiton, l'acier, le zinc et le cuivre, par la fonte de billes en cire sur les extrémités des tiges.

Observation :

Interprétation :

Définition : La **conduction de la chaleur** est un
qui résulte des chocs des atomes de proche en proche dans un solide.
C'est donc un mode de transmission par

La conduction se fait très bien dans les matériaux comme les métaux. Elle se fait plus difficilement dans les milieux tels que le polystyrène, la laine de verre, l'air et pas du tout dans le vide. Ce sont des



Aquarium



On pose un aquarium rempli d'eau à température ambiante sur deux bols. Le bol de gauche rempli d'eau chaude, celui de droite rempli de glace. On verse deux colorants pour matérialiser les courants.

Observation :

Interprétation :



Radiateur

Définition : La **convection** est le phénomène de transmission de la chaleur qui s'accompagne du d'une région 'chaude' vers une région plus froide. Lorsque ces mouvements ou sont dues à la poussée d'Archimède on parle de

Exemple : un radiateur est en réalité un

2.3) Rayonnement



On pointe un laser vert sur un ballon noir.

Observation :

Interprétation :

C'est par ce mode de transfert que nous parvient la chaleur du soleil. Son rayonnement constitué (lumière) est capable de **traverser le vide** cosmique. Ce mode de transfert se fait donc **sans**

Nous reviendrons plus en détail sur ce mode de transfert dans le chapitre « L'Énergie rayonnante »

EN BREF

Différence Température, Chaleur

La température T , exprimée en Kelvin (K) d'un système est une mesure de l'énergie cinétique moyenne d'une de ses particules. Autrement dit, la température mesure la **vitesse moyenne d'une particule** du système. $T(K) = 273 + T(^{\circ}C)$

La chaleur noté Q , exprimée en Joule, mesure le **transfert d'énergie thermique** (donc cinétique) d'un système vers un autre.

La chaleur n'est transmise que si les 2 corps ont des **températures différentes**.

Le corps le plus chaud (à T_1) cède toujours de la chaleur au corps le plus froid (à $T_2 < T_1$).

Effets de la chaleur

* augmentation de la température :

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i) \quad i : \text{initial} \quad f : \text{final} \quad m : \text{masse (kg)} \quad c : \text{chaleur massique (J.kg}^{-1}\text{K}^{-1})$$

Exemple : $c_{\text{eau}} = 4186 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ signifie que pour élever de 1 K, 1kg d'eau il faut lui transférer 4186 J

* changement d'état (solide \leftrightarrow liquide \leftrightarrow gaz).

$$Q = m \cdot L \quad m : \text{masse (kg)} \quad L : \text{chaleur latente massique (J.kg}^{-1})$$

Modes de transmission de la chaleur

- * la conduction, le rayonnement : pas de transport de matière
- * la convection : déplacement d'un fluide

Résoudre un problème de calorimétrie :

1 : eau chaude 2 : eau froide 3 : calorimètre de capacité thermique C (J.K⁻¹)

L'ensemble constitue un système **isolé** donc le Principe de **conservation** (voir Chapitre « Les Energies ») :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$m_1 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (T_f - T_1) + m_2 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (T_f - T_2) + C \cdot (T_f - T_2) = 0$$

Si on connaît T_f on peut calculer C et inversement.



m_3 : « équivalent en eau » du calorimètre se calcule en résolvant : $m_3 \cdot c_{\text{eau}} = C$