

# Physique thermique

Physique

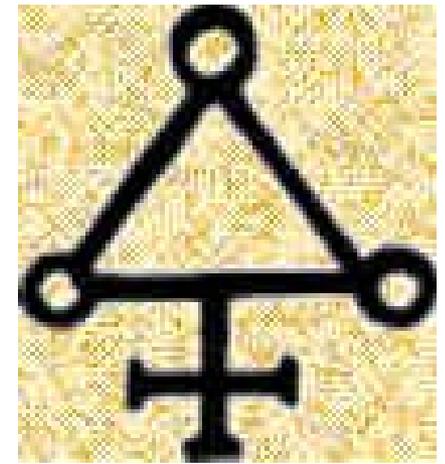


# La théorie atomique

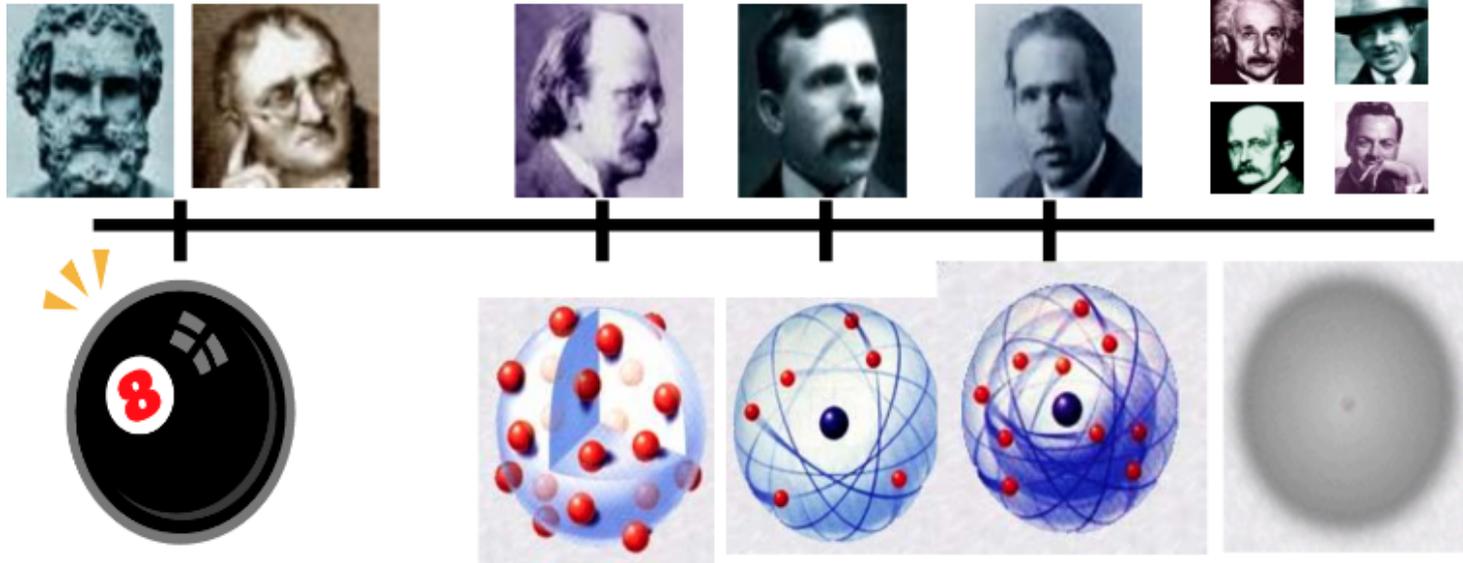
La notion d'atomes et de molécules est une notion relativement **moderne**.

Sans cette connaissance, de nombreuses théories incorrectes ont été élaborées.

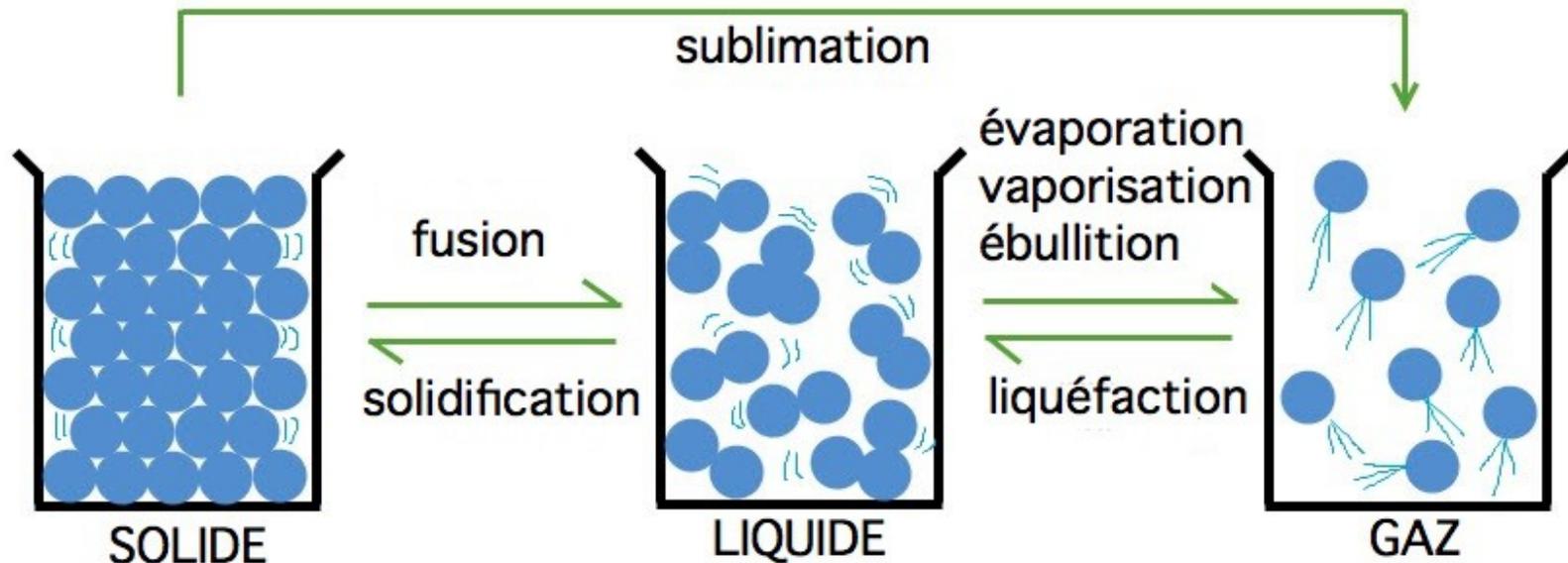
On utilise aujourd'hui **la physique statistique**.



Phlogiston



# Énergie cinétique



Les particules vibrent

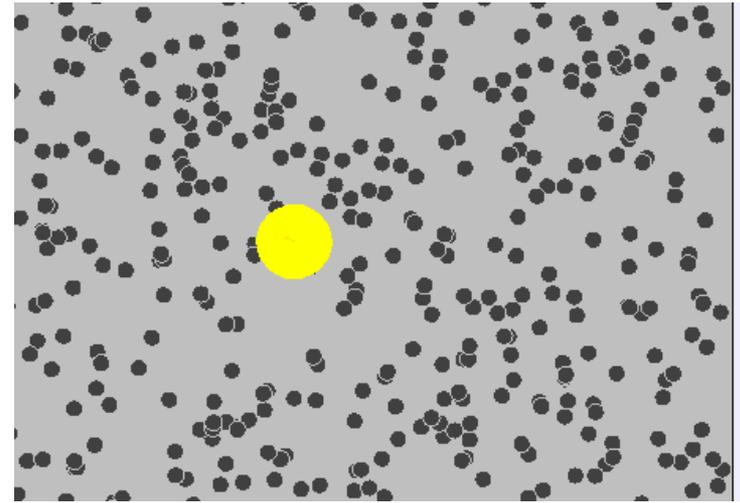
Les particules vibrent et pivotent

Les particules vibrent, pivotent et glissent

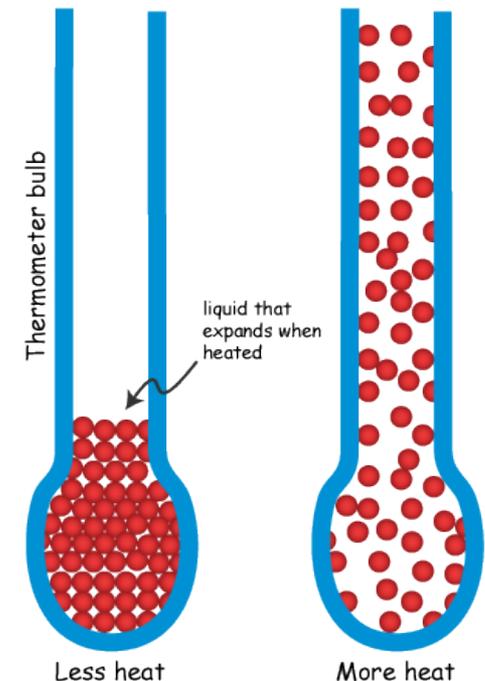
# Température

Selon la théorie cinétique moléculaire, la matière est faite de particules qui sont toujours en mouvement.

Le thermomètre mesure la température grâce à l'expansion d'un fluide dont les molécules subissent le choc des molécules extérieures.



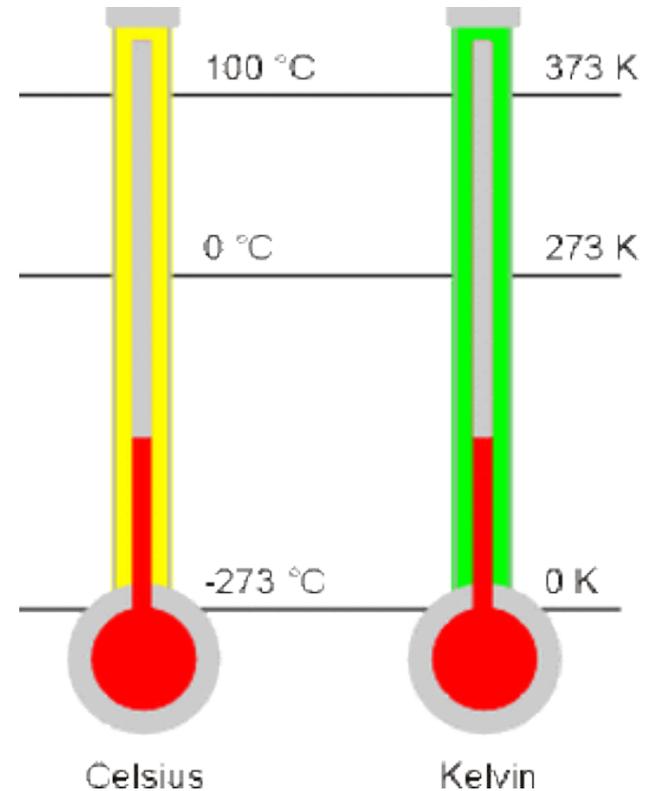
Mouvement brownien



# Celsius / Kelvin

Deux échelles de température sont utilisées :

- l'échelle Celsius, plus pratique, utilise les températures de fusion et d'évaporation de l'eau comme repères.
- l'échelle Kelvin, plus scientifique, ne possède pas de valeurs négatives.

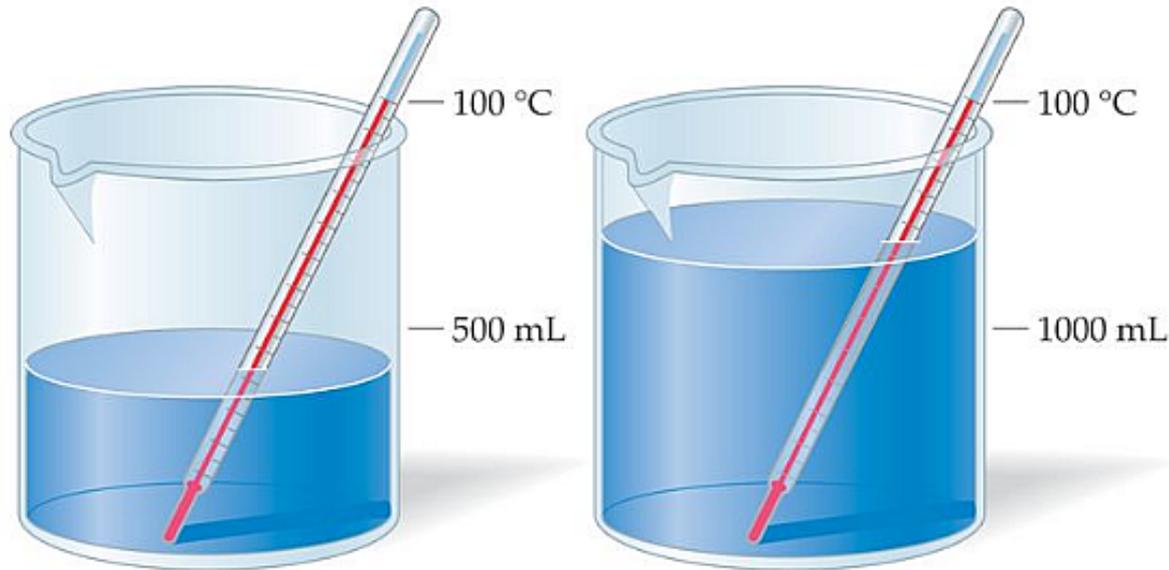


$$T (\text{Kelvin}) = T(\text{Celsius}) + 273,15$$

# Température vs chaleur

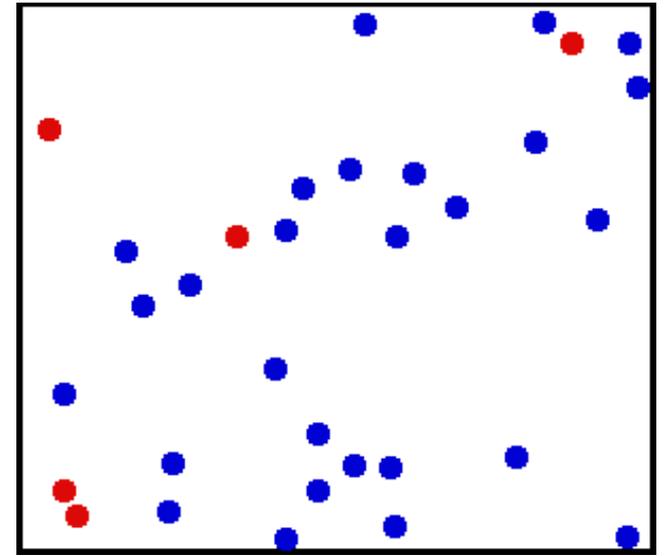
La température est la mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules dans un échantillon de matière.

La chaleur est l'énergie cinétique totale des particules dans un échantillon de matière.



# Énergie interne

L'énergie interne d'une substance est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de toutes ses particules.



*L'énergie potentielle est due à l'attraction entre les particules.*

*L'énergie cinétique est due à leurs mouvements.*

# Chaleur massique

Chaque substance va absorber et relâcher la chaleur de façon différente.

On définit la **chaleur massique** d'une substance comme la quantité d'énergie nécessaire pour augmenter la température d'une unité de masse de cette substance, d'un degré.

substances	Chaleur massique (J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Aluminium	900
Fer	450
PVC	1300
Eau	4185
Verre	720

# Transfert de chaleur

$$Q = m c \Delta T$$

Q : quantité de chaleur reçue ou cédée par un corps

*mesurée en joules ou kJoules*

m : masse du corps

*mesurée en kg ou en g*

c : chaleur massique

*souvent mesurée en  $J.g^{-1}.\text{°C}^{-1}$*

$\Delta T$  : variation de température

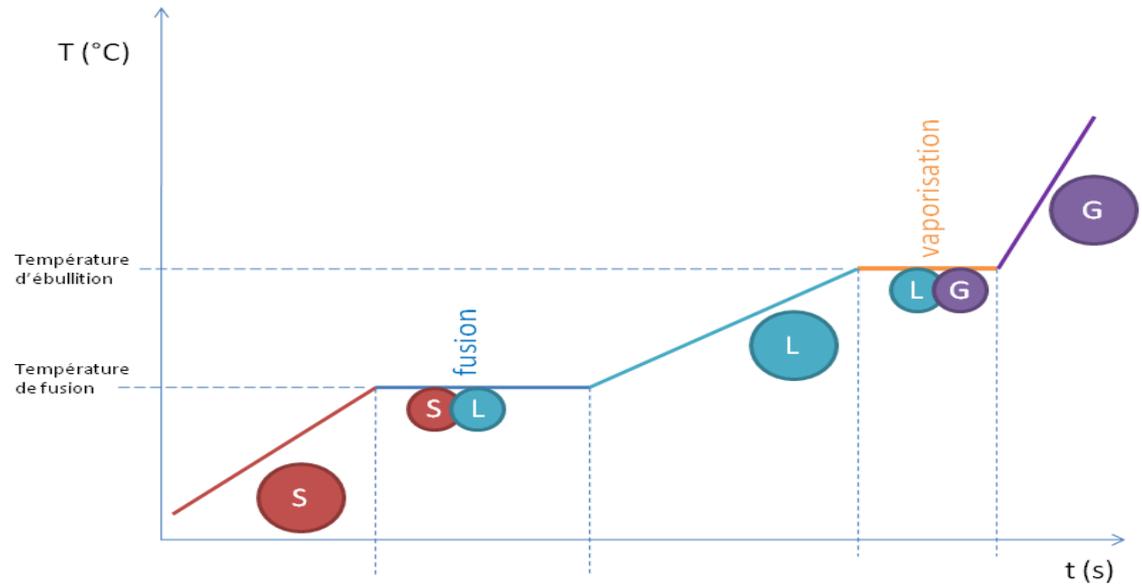
*mesurée en K ou en  $\text{°C}$*

# Exemples

- Combien d'énergie faut-il pour augmenter la température de 55 kg de fer de 25°C à 320°C ?
- Un morceau de fer est chauffé dans un four jusqu'à la température  $t_0$ . Il est retiré du four puis placé dans 0,476 kg d'eau dont la température passe alors de 16°C à 45°C. Calcule  $t_0$ .
- 250 ml de thé à 95°C sont versés dans une tasse en aluminium de 175 g, initialement à 18°C. Quelle sera la température finale du thé ?
- 35 g d'eau à 82°C sont versées dans 65 g d'eau à 18°C reposant dans une tasse en aluminium de masse 25 g. Quelle est la température finale de l'eau ?

# Chaleur latente

$$Q = mL$$



La **chaleur latente de fusion** est l'énergie nécessaire pour qu'1 kg d'une substance passe de l'état solide à liquide sans changement de température.

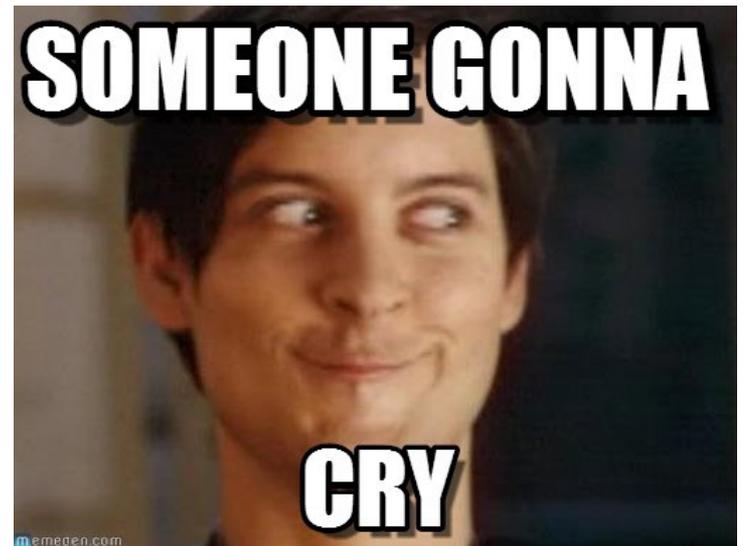
# Exemple

Une bouilloire électrique est utilisée pour faire bouillir un liquide. La puissance de la bouilloire est de 25 W.  $6,2 \times 10^2$  secondes sont nécessaires pour atteindre l'ébullition. La masse du liquide est de 0,041 kg. Calcule la chaleur latente de vaporisation de ce liquide.



# Exemple

- Combien d'énergie est nécessaire pour transformer 3,5 litres d'eau à 22°C en glace à -10°C ?
- Une coupe contient 6,7 kg de sangria à 25°C. 1,2 kg de glaçons à -12°C sont versés dans le bol. Quelle sera la température finale de la sangria ?



# Chaleur sensible vs latente

On parle de **chaleur sensible**, chaleur qui fait augmenter la température par opposition à **chaleur latente**, chaleur qui permet un changement d'état :

- La chaleur sensible agit sur l'**énergie cinétique** des particules
- La chaleur latente agit sur l'**énergie potentielle** des particules.



# Les gaz

## La loi de Gay-Lussac

À *pression constante*, le volume est **proportionnel** à la température.

$$V \propto T$$

## La loi de Boyle-Mariotte

À *température constante*, le volume est **inversement proportionnel** à la pression.

$$PV = k$$

## La loi de gaz parfaits

$$PV = nRT$$

# Équation des gaz parfaits

The diagram shows the ideal gas equation  $PV = nRT$  centered within a yellow rectangular box with a red border. Four arrows point from labels to the variables in the equation: 'Pression en pascal' points to 'P', 'Volume en m<sup>3</sup>' points to 'V', 'Température en Kelvin' points to 'T', and 'Nombre de moles en mol' points to 'n'.

Pression  
en pascal

Volume  
en m<sup>3</sup>

Température  
en Kelvin

Nombre de moles  
en mol

$$PV = nRT$$

Constante des gaz parfaits :  
 $R = 8,31 \text{ Pa} \times \text{m}^3 / \text{mol} \times \text{K}$

# La pression



La pression est définie comme une force par unité de surface :

*F* est mesurée en N

*a* est mesurée en  $m^2$

*P* est mesurée en  $N.m^{-2}$  ou Pa

$$P = \frac{F}{a}$$

1 atm = 101 200 Pa

= 101,2 kPa = 1,01 bar = 14 psi = 760 mm Hg

# Exemples

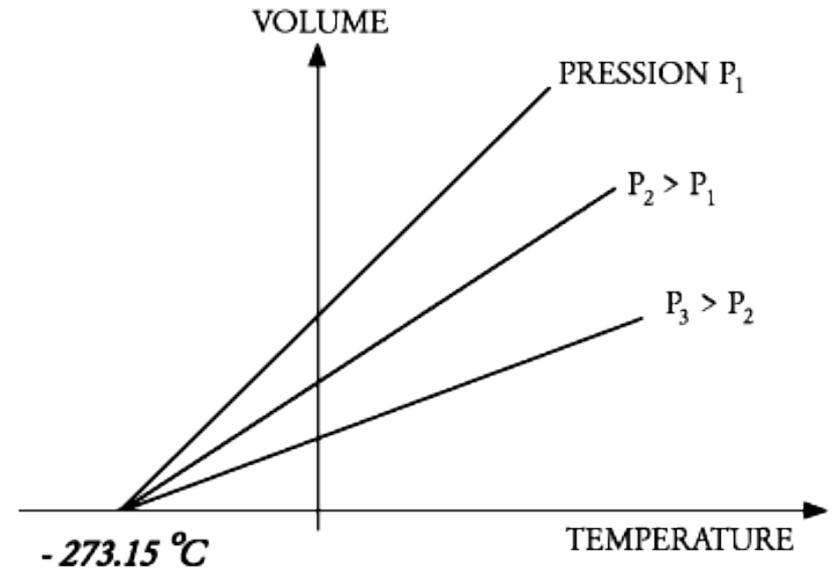
- Quel est le volume occupé par 1,00 mole de gaz à une pression de 1 atm (101,3 kPa) ?
- Les pneus d'une voiture affichent une pression de 200kPa à 15°C. Après avoir roulé sur 400 km, la température des pneus est maintenant de 40°C. Quel est leur pression ?

*(attention, le manomètre affiche la pression au-dessus de la pression atmosphérique)*

# Le zéro absolu

Le volume d'un gaz parfait est proportionnel à la température.

*À  $T = 0 \text{ K}$ , le volume est nul.*



# Théorie cinétique des gaz

La théorie cinétique des gaz est une approche statistique qui étudie le mouvement **microscopiques** des molécules qui composent une substance pour décrire des propriétés **macroscopiques** de la substance telles que la pression et la température.

# Hypothèses des gaz parfaits

Elle repose sur les prémisses suivants :

- *Un gaz est constitué d'un nombre important de minuscules particules qui se déplacent de manière aléatoire.*
- *Leur mouvement est relié à leur température : plus le gaz est chaud, plus les particules bougent.*
- *L'énergie totale du gaz est la somme des énergies cinétiques des particules qui le composent.*
- *Cette énergie dépend seulement du nombre de particules et de leur température.*

*Vrai si basse pression et température élevée*

# Exemples

- Calcule la vitesse quadratique moyenne d'une molécule d'oxygène à 25°C ?

# Énergie cinétique des gaz

L'énergie cinétique d'une molécule est représentée par la formule :

$$K_B = \frac{3}{2} k_B T$$

où  $k_B$  est la constante de Boltzmann

$$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$$

L'énergie interne d'un gaz est donc :

où  $N$  est le nombre de molécules.

$$K_B = \frac{3}{2} N k_B T$$