

## TD Thermodynamique : Calcul de l' Energie Interne

### **Comment passer du macroscopique au microscopique ?**

#### **Exercice : Connaître l'intérêt de la constante d'Avogadro.**

1. Que représente la constante d'Avogadro  $N_A$  ?
2. En quels mondes la constante d'Avogadro crée-t-elle un lien ?

#### **Correction :**

1. La constante d'Avogadro représente le nombre d'entités présentes dans une mole de cette entité.
2. La constante d'Avogadro lie les mondes macroscopique et microscopique.

### **Comment varie l'énergie interne d'un système ?**

#### **Exercice : Savoir définir l'énergie interne.**

Expliquer la phrase : « l'énergie interne d'un système macroscopique résulte de contributions microscopiques ».

#### **Correction :**

L'énergie interne d'un système macroscopique est la somme de ces énergies potentielle et cinétique microscopiques :

$$U = E_c(\text{microscopique}) + E_p(\text{microscopique}).$$

Par exemple, plus la température est grande (au niveau macroscopique), plus l'agitation thermique des particules au niveau microscopique est grande, ainsi l'énergie interne augmente.

L'énergie interne résulte donc de propriétés microscopiques.

#### **\*Exercice : Comprendre la variation d'énergie interne d'un système.**

1. Quelles sont les causes possibles d'une variation de l'énergie interne d'un système ?
2. Quelle est la signification du signe de la variation de l'énergie interne d'un système ?

#### **1. Les causes d'une variation d'énergie interne d'un système :**

- une variation de la température du système :  
cela traduit une variation de l'énergie cinétique microscopique des particules (agitation thermique).
- une modification du système qui provoque la variation d'une énergie potentielle microscopique :
  - changement d'état
  - modification de la composition chimique (le système est le siège d'une réaction chimique)

– ..

L'énergie interne d'un système peut varier s'il échange avec l'extérieur du travail  $W$  et/ou de l'énergie thermique  $Q$ .

La relation qui en résulte s'écrit  $\Delta U = W + Q$

**2. La variation  $\Delta U = U_f - U_i$  de l'énergie interne d'un système est positive** si l'énergie interne du système augmente ;  
le système reçoit de l'énergie.

La variation  $\Delta U = U_f - U_i$  de l'énergie interne d'un système est **négative** si l'énergie interne du système diminue ;  
le système cède de l'énergie.

Remarque : Une variation d'énergie interne n'implique pas forcément des échanges d'énergie avec le milieu extérieur : il peut s'agir d'une conversion énergie mécanique-énergie interne

### **Exercice : Connaître la relation entre $\Delta U$ et $c$ :**

On considère un corps de masse  $m$  dans un état condensé. Il passe de la température  $T_i$  à la température  $T_f$  sans changer d'état.

1. Quand dit-on qu'un corps est dans un état condensé ?
2. Qu'appelle-t-on la capacité thermique massique  $c$  d'un corps ? Quelle est son unité ?
3. Quelle est la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé ? On indiquera les unités des différentes grandeurs.

### **Correction :**

#### **1. Corps est dans un état condensé :**

Un corps est dans un état condensé s'il est à l'état liquide ou à l'état solide, états de la matière dans lesquels les atomes du corps sont très proches les uns des autres.

**2. Capacité thermique massique  $c$  d'un corps :** La capacité thermique massique  $c$  d'un corps est l'énergie nécessaire pour élever de  $1^\circ\text{C}$  (ou de  $1\text{ K}$ ) la température d'une masse de  $1\text{ kg}$  de ce corps.

Unité :  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  (ou en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ )

#### **3. Relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé :**

La relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température est :  
 $\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T$

avec  $\Delta U$  en J,  $m$  la masse du système en kg,  $c$  la capacité thermique massique en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  (ou en  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) et  $\Delta T$  la variation de température du corps exprimée en K ou en  $^\circ\text{C}$

**. Exercice : Calculer la variation d'énergie interne d'un système.**

Un bain-marie utilisé en chimie contient 1,7 L d'eau initialement à une température  $T_1 = 20^\circ\text{C}$ .

Au bout de quelques minutes, la résistance chauffante du bain-marie permet d'obtenir ce même volume d'eau à une température  $T_2 = 64^\circ\text{C}$ .

Calculer la variation d'énergie interne de ce volume d'eau.

Données :  $C_{\text{eau}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;  $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

**Correction :** La variation d'énergie interne de la masse  $m$  d'eau est liée à sa variation de température par :  $\Delta U = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$

La masse  $m$  se calcule à partir de la masse volumique :  $m = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}}$

donc :  $\Delta U = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{eau}} \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$

AN:  $\Delta U = 1,7 \times 1,00 \times 4,18 \times 10^3 \times (64 - 20) = 3,1 \times 10^5 \text{ J}$ .

L'énergie interne de ce volume d'eau a augmenté de  $3,1 \times 10^5 \text{ J}$ .

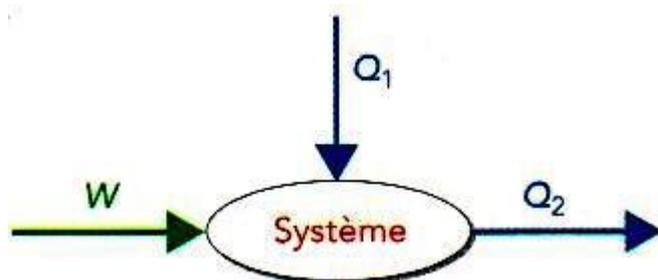
**EXERCICE :**

**Calculer une variation d'énergie interne**

On considère un système qui échange de l'énergie avec l'extérieur. On a représenté sur le schéma ci-contre ces transferts.

On donne  $|W| = 120 \text{ J}$ ,  $|Q_1| = 100 \text{ J}$  et  $|Q_2| = 200 \text{ J}$ .

1. Quelles sont les causes possibles d'une variation de l'énergie interne d'un système?
2. Préciser les signes des transferts d'énergie  $W$ ,  $Q_1$  et  $Q_2$ . Justifier la réponse.
3. Quelle est la variation de l'énergie interne du système ?



**Correction :**

**1. Causes possibles d'une variation de l'énergie interne d'un système**

L'énergie interne d'un système peut varier si le système échange avec l'extérieur de l'énergie par travail ou par transfert thermique.

## **2. Signes des transferts d'énergie W, Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub>.**

Les flèches indiquent le sens du transfert énergétique.

W et Q<sub>1</sub> sont reçus par le système, donc  $W > 0$  soit  $W = + 120 \text{ J}$  et  $Q_1 > 0$  soit  $Q_1 = + 100 \text{ J}$ .

Le système perd Q<sub>2</sub> par transfert thermique, donc  $Q_2 < 0$  soit  $Q_2 = - 200 \text{ J}$ .

## **3. Variation de l'énergie interne du système**

La variation d'énergie interne est :

$\Delta U = W + Q_1 + Q_2 = 120 + 100 - 200 = + 20 \text{ J}$ . L'énergie interne du système augmente de 20 J.