

Thermodynamique : travail des forces de pression et énergie

I. Travail mécanique dû aux forces de pression

Un travail élémentaire δW est une force F qui s'exerce sur une distance dx

$$\delta W = F dx$$

En faisant apparaître la surface S , cette relation devient :

$$\delta W = \frac{F}{S} S dx = P dV$$

Un travail élémentaire est donc aussi le produit d'une pression P par une variation infinitésimale de volume dV .

On préfère écrire cette relation en lui ajoutant le signe - :

$$\delta W = - P dV$$

Dans ces conditions, lorsque le volume V attribué à un gaz diminue ($dV < 0$), le travail élémentaire δW mis en jeu est positif.

Ce signe est en accord avec la **convention dite "égoïste"** qui stipule que l'énergie **reçue par un système** (ici, le système est le gaz) **doit être comptée positivement**.

II. Travail échangé au cours de la détente isotherme d'un gaz

Détendre un gaz signifie augmenter son volume. La compression est le phénomène inverse. On s'intéresse au cas où cette détente est effectuée de manière isotherme, c'est-à-dire à $T = C^{\text{te}}$.

La valeur de ce travail est fonction de la manière dont cette détente est effectuée. Par conséquent, le travail n'est pas une fonction d'état et nous noterons donc sa variation infinitésimale δW .

Remarques

1. Le travail **réversible** et le travail **irréversible** sont négatifs. Autrement dit, le gaz "système", en se détendant, perd une certaine quantité d'énergie. On peut aussi dire que la détente d'un gaz **produit** un certain **travail**. Exemple : C'est le 3^{ème} temps d'un moteur à explosion à 4 temps.
2. En valeur absolue, le travail produit de manière réversible est plus important que celui produit de manière irréversible :

$$|W_{\text{rév}}| > |W_{\text{irrév}}|$$

III. L'énergie interne U

Toute matière contient une énergie que l'on appelle **énergie interne**. La valeur de l'énergie interne U correspondante à un état donné d'un système n'est pas connue. En revanche, ces variations finies DU ou infinitésimales dU le sont.

L'énergie interne U est une **fonction d'état** qui se trouve à la base des diverses formulations du 1^{er} principe de la thermodynamique. Quelques formulations de ce principe :

- L'énergie se conserve : elle ne peut être ni créée, ni détruite.
- Il existe une équivalence entre les diverses formes d'énergie.
- L'énergie d'un système isolé est constante ou $DU_{\text{système isolé}} = 0$.

L'énergie de l'univers est donc constante. Ce qui ne veut pas dire qu'il ne se passe rien à l'intérieur d'un tel système, mais qu'il est le siège de conversions de formes d'énergie en d'autres formes.

- La variation DU de l'énergie interne d'un système fermé est égale à la somme algébrique du travail et de la chaleur qu'il échange avec son environnement :

$$DU_{\text{système fermé}} = W + Q$$

$$dU_{\text{système fermé}} = dW + dQ$$

IV. Convention de signe relative aux échanges d'énergie

Q (ou dQ) > 0 si le système **reçoit** de la chaleur (processus **endothermique**) et Q (ou dQ) < 0 si le système **produit** de la chaleur (processus **exothermique**).

W (ou dW) > 0 si le système **reçoit** une énergie mécanique (compression d'un gaz par exemple : le volume occupé par ce gaz diminue) et W (ou dW) < 0 si le système **fournit** un travail mécanique (détente du gaz de combustion : 3^{ième} temps d'un moteur à explosion à 4 temps).

Si DU est la variation d'énergie interne mise en jeu par une transformation A, la transformation inverse met en jeu $-DU$.