

L'entropie, fonction d'état

A - L'entropie, fonction d'état

Les variations d'entropie d'un système sont de signe contraire et proportionnelles à celles de son "énergie potentiellement récupérable" (Empr).

Le facteur de proportionnalité, c'est la température supposée uniforme et constante, Tambiant, du milieu ambiant, grâce à laquelle on peut définir "l'énergie définitivement dégradée" Edd.

Si un système passe d'un état A à un état B, les variations de son énergie mécanique potentiellement récupérable ne dépendent que des états A et B, et non du chemin suivi. Autrement dit, à une constante additive près, **L'Empr est déterminée par l'état du système**. C'est une fonction d'état. Il en est de même pour l'Edd **et pour l'entropie**: l'entropie est une fonction d'état.

B - Un exemple qui ne sera pas de trop pour enfoncer le clou

Soit un système composé, dans son état initial A, de deux kilogrammes d'eau liquide, l'un à 100°C, l'autre à 0°C. La chaleur massique est supposée indépendante de la température. Ce système passe dans un état B où toute l'eau est à 50°C.

On considère deux manières possibles pour passer de l'état A à l'état B:

- Première manière: échange direct de chaleur entre les deux corps, donc avec production d'entropie, de valeur ΔS

- Deuxième manière: première étape: on fait d'abord marcher un moteur idéal entre l'eau chaude et l'eau froide, de manière à récupérer le maximum d'énergie mécanique, soit W, jusqu'à ce que les deux kilogrammes d'eau soient à la même température.

Au début de cette étape, le moteur fonctionne avec une source chaude à 100°C et une source froide à 0°C. A la fin de cette première étape, les deux températures finissent par s'égaliser et leur valeur commune est inférieure à 50°C, compte tenu de l'énergie mécanique qui a été prélevée. (Elle doit être située aux alentours de 43°C, environ 15% de l'énergie cédée par la source chaude ayant été transformée en énergie mécanique)

Cette première étape ne produit pas d'entropie.

Deuxième étape: on utilise l'énergie mécanique qui a été récupérée grâce au moteur idéal, pour amener les deux kilogrammes d'eau à la température de 50°C.

L'entropie produite dans cette deuxième étape, étape qui nous mène également à l'état B, est égale à celle que l'on produit par un échange direct de chaleur entre les deux kilogrammes d'eau.

C - Diminution de l'Empr

Comment calculer alors la **perte d'énergie mécanique potentiellement** récupérable lors de l'échange direct de chaleur entre les deux kilogrammes d'eau?

L'entropie d'un système ne dépend que de ce système, et elle est définie à une constante additive près parce que seules ses variations apparaissent dans une transformation. Au contraire, les deux grandeurs qui lui sont liées et qui lui donnent un sens concret, autrement dit l'énergie définitivement dégradée Edd et l'énergie mécanique potentiellement récupérable Empr, supposent l'existence d'un milieu extérieur à la température constante Tambiant (en kelvins).

L'énergie mécanique que le moteur idéal fournit dans la deuxième manière de faire nous donne la perte d'Empr entre l'état A (1kg d'eau à 100°C et 1kg d'eau à 100°C) et l'état B où toute l'eau est à 50°C. Elle est indépendante de la température extérieure.

En faisant par exemple l'hypothèse d'un milieu ambiant à 20°C, on peut calculer l'Empr initiale: un terme positif pour l'eau à 100°C, plus un terme négatif pour l'eau à 0°C. Ici, la somme est positive.

On peut calculer également l'Empr lorsque toute l'eau est à 50°C.

La différence entre ces deux Empr correspond à l'énergie récupérée par le moteur idéal utilisé dans la deuxième manière de faire, première étape, elle correspond donc à l'énergie consommée pour amener l'eau à 50°C au terme de la deuxième étape.

Ortograf-fr, sites:

1°) <http://www.alfograf.net>

2°) <http://alrg.free.fr/ortograf>

3°) <http://alrg.free.fr/politikograf>

doc 451 - 2008 - 05 - b