Travaux reçus par un gaz parfait de la part des parties mobiles d'une "machine"

Un gaz parfait obéit à l'équation d'état que nous écrivons : $pV = m\,r\,T$ *

Il obéit, également :

- à la première Loi de Joule : $dU = m\,c_v\,dT$
- à la seconde Loi de Joule : $dH = m\,c_p\,dT$

Dans la suite, une masse m d'un gaz parfait subit une transformation réversible $1 \rightarrow 2$:

> * Si le système comporte n moles (et non une masse m), on sait que l'on a : $m\,r = n\,R$

Le premier Principe s'écrit, aussi : $Q_{1\rightarrow 2} + W_{tr,1\rightarrow 2} = H_2 - H_1$ (parfois appelée « équation des machines ».

Dans cette expression, le travail reçu par le gaz parfait de la part de la machine qu'il traverse porte aussi le nom de « travail de transvasement ».

Nous nous limitons aux cas les plus intéressants : évolutions adiabatique et polytropique, évolution isobare et nous évoquerons le cas du laminage d'un gaz parfait.

1°) $1 \rightarrow 2$ ***est une évolution adiabatique*** ($\delta Q = 0$ ce qui entraîne $Q_{1\rightarrow 2} = 0$) :

Le Premier Principe et première loi de Joule nous permettent d'écrire:

L'équation des "machines" nous permet d'écrire:

$$Q_{1\rightarrow 2} + W_{tr,1\rightarrow 2} = W_{tr,1\rightarrow 2} = H_2 - H_1 = m\,c_p\,(T_2 - T_1)$$

On obtient alors :

$$\boxed{W_{tr,1\rightarrow 2} = \frac{\gamma}{\gamma - 1}(p_2 V_2 - p_1 V_1)}$$

Remarque : On constate que l'on a :

$$\boxed{W_{tr,1\rightarrow 2} = \gamma\,W_{1\rightarrow 2}}$$

2°) $1 \rightarrow 2$ ***est une évolution polytropique*** :

Pour une transformation adiabatique, on a : $p\,V^{\gamma} = C^{te}$

Pour une transformation polytropique (qui n'est pas adiabatique), on a : $p\,V^{k} = C^{te}$

Par analogie avec ce qui précède, on écrit :

$$\boxed{W_{tr,1\rightarrow 2} = \frac{k}{k-1}(p_2 V_2 - p_1 V_1)}$$

« travail de transvasement »

Remarque : On a, bien entendu :

$$\boxed{W_{tr,1\rightarrow 2} = k\,W_{total}}$$

3°) $1 \rightarrow 2$ ***est une évolution isobare*** : ($dp = 0$ ce qui entraîne $Q_{1\rightarrow 2} = H_2 - H_1$)

On en déduit, aussitôt :

$$\boxed{W_{tr,1\rightarrow 2} = 0}$$

4°) ***Cas du laminage isenthalpique d'un gaz parfait :***

On appelle « laminage » un écoulement de fluide qui s'effectue dans un conduit à parois **fixes** à travers un obstacle qui provoque une chute de pression.

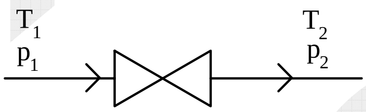
On admet que la variation d'énergie cinétique n'est pas notable.

Comme les parois sont **fixes**, le fluide ne reçoit aucun « travail de transvasement ».

Si le laminage s'effectue dans une portion bien calorifugée, on peut admettre que le fluide ne reçoit aucune chaleur **de l'extérieur**.

« L'équation des machines » s'écrit, alors : $H_2 - H_1 = 0$.

Dans ces conditions, le laminage d'un fluide est **isenthalpique**. C'est, par exemple, le cas dans un robinet de détente parfaitement calorifugé !



Détendeur adiabatique

Remarque 1 : Jusqu'ici, nous n'avons pas précisé la nature du fluide… qui peut éventuellement changer d'état ou n'être pas un gaz parfait !…..

Remarque 2 : La seconde Loi de Joule indique que la température n'est pas modifiée lors du laminage isenthalpique d'un gaz parfait !

$$\boxed{H_2 - H_1 = m\,c_p\,(T_2 - T_1) = 0}$$