

Entropía generada en la frontera (irreversibilidad exterior)

En lo que sigue consideramos la unidad de masa en todas las expresiones¹.

Cuando el sistema intercambia calor con el entorno consideramos, en general, que este entorno es equivalente a un reservorio o foco a T constante.

Si este reservorio es el ambiente, su T se identifica como T_{amb} o T_o . En ese sentido, T_{res} corresponderá a la temperatura del entorno a la que éste intercambia (cede o recibe) un flujo de calor, por unidad de masa, q con el sistema. Así pues: T_{res} , T_{foco} , T_{amb} o T_{ent} son expresiones de la misma T , pues todas ellas identifican la T del **espacio que intercambia calor** con el sistema.

La entropía que cede o recibe este **entorno** o **reservorio** será q/T_{res} , siendo el signo de q negativo (si el reservorio cede el flujo de calor) o positivo (si lo recibe). Al **sistema** le corresponderá, respectivamente, recibir o ceder la misma cantidad de calor (con signo opuesto) pero a la temperatura de la frontera: T_b de modo que su variación de entropía será: q/T_b con el signo de q que corresponda al calor cedido (-) o recibido (+) por el sistema.

$$q_{sist} = -q_{ent}$$

Cuando $T_b \neq T_{ent}$ **se genera entropía** en la frontera sistema-entorno. Decimos que hay irreversibilidad externa (de tipo térmico). El valor de S_{ge} , entropía generada en la frontera, será:

$$S_{ge} = q_{sist} \cdot (1/T_b) - (1/T_{ent}) = q_{ent} \cdot (1/T_{ent}) - (1/T_b)$$

Es evidente que cuando $T_b = T_{ent}$ no hay entropía generada pues no hay irreversibilidad en la frontera (en esta situación teórica el flujo de calor puede ir del sistema al entorno o viceversa, mientras que si $T_b \neq T_{ent}$ el flujo de calor sólo irá de la mayor T a la menor T).

Por su parte, el sistema gana (pierde) una entropía de flujo de calor, $s_{q\ sist}$:

$$s_{q\ sist} = q_{sist}/T_b$$

y el entorno pierde (gana) la correspondiente entropía de flujo de calor, $s_{q\ ent}$:

$$s_{q\ ent} = q_{ent}/T_{ent}$$

siendo inmediato que: $S_{ge} = s_{q\ sist} + s_{q\ ent}$

Si queremos realizar el análisis para un sistema abierto tomando 1 kg como flujo másico, deberé considerar en las expresiones el flujo de calor asociado a ese flujo másico de 1 kg.

Es también inmediato comprobar que:

$$\Delta S_{univ} = s_{gi} + S_{ge} = \Delta S_{sist} + \Delta S_{ent}$$

¹ Si estamos en un análisis MC significa que todas las magnitudes extensivas, incluidas calor y trabajo atravesando la frontera, quedan divididas por la masa, m , del sistema (por ej: $q = Q/m$).

Si estamos en un VC equivale a dividir por el flujo másico, \dot{m} . Por ejemplo, $q = \dot{Q}/\dot{m}$