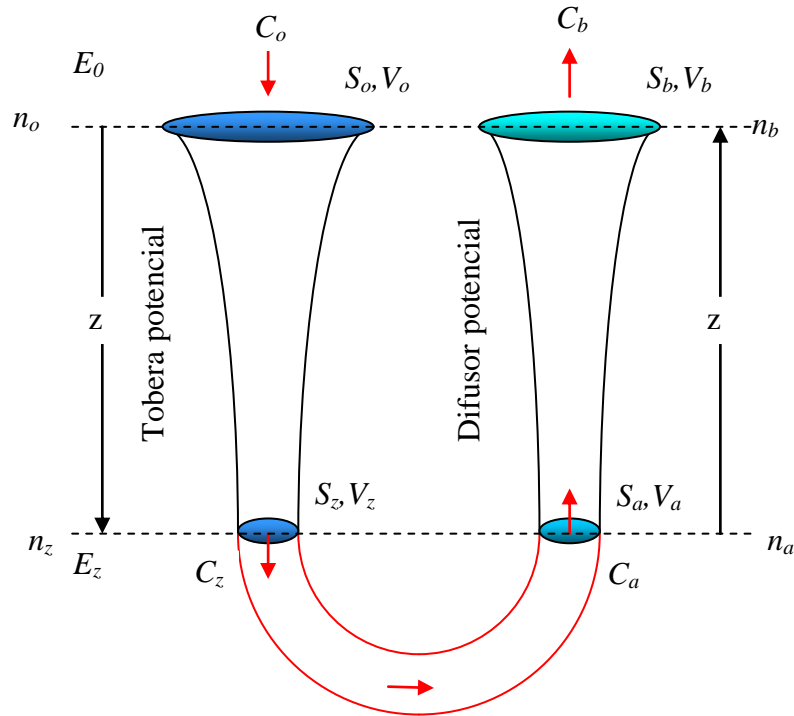


Ciclo ideal del subsistema potencial en un campo de fuerza gravitatorio

Si en las dos evoluciones anteriores se hace, en este caso concreto, que la superficie S_z sea igual a la superficie S_a y se interconectan entre sí (nivel inferior), se completa el camino para poder cerrar el **ciclo del subsistema potencial**.



Del estudio de las anteriores evoluciones se deducen las siguientes igualdades:

$$S_z = S_a, \quad V_o = V_z = V_a, \quad C_z = C_a, \quad C_o = C_b, \quad \text{y} \quad S_b = S_o \cdot e^{\frac{-g \cdot z}{R \cdot T}}$$

Este ciclo ideal tiene las siguientes características:

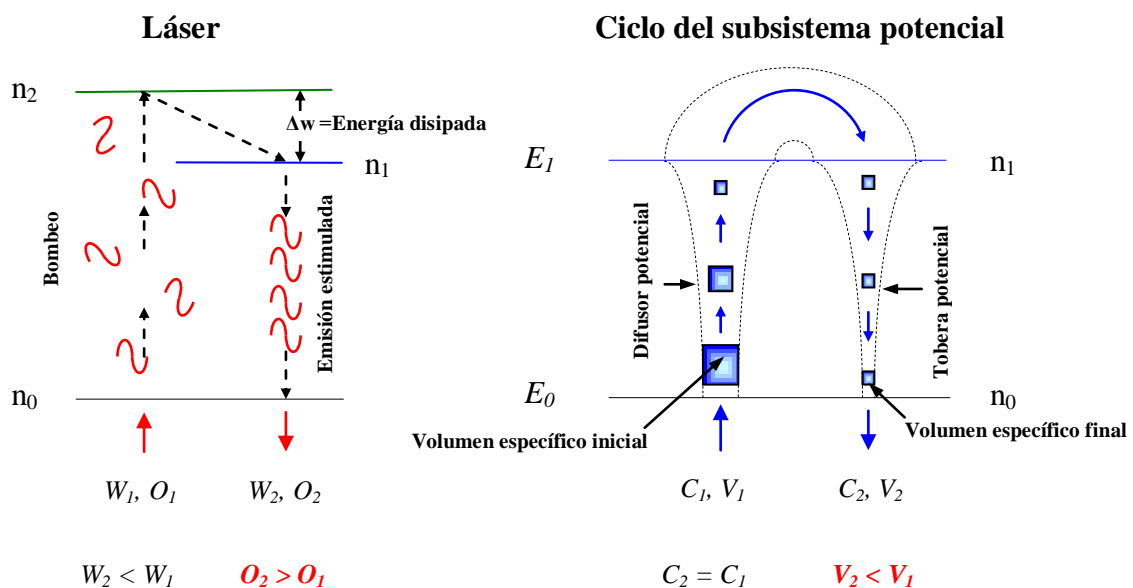
- a) Las dos evoluciones que lo forman se hacen a temperatura constante del subsistema termodinámico asociado.
- b) No se absorbe ni se cede calor en ninguna de dichas evoluciones.
- c) La energía que cede el subsistema potencial al evolucionar, en la tobera potencial, desde el nivel n_o hasta el nivel n_z , es idéntica a la que absorbe dicho subsistema al evolucionar desde el nivel n_a , hasta el nivel n_b , en el difusor potencial.
- d) Como el subsistema termodinámico no absorbe ni cede energía, la energía cinética del sistema, al final del ciclo, es igual a la energía cinética que tenía el sistema al inicio del mismo ($C_o = C_b$).
- e) El volumen específico del subsistema termodinámico, al final del ciclo, es menor que al inicio del mismo, por lo tanto la entropía final de dicho subsistema, también es menor que la entropía inicial.

Resumiendo, tenemos:

- a) El **sistema pantermodinámico** inicia el recorrido del ciclo ideal con una determinada energía cinética, y sale del mismo con **idéntica energía cinética**.
- b) El **subsistema termodinámico** asociado al subsistema potencial, inicia el recorrido del ciclo con una determinada temperatura y entropía, saliendo al final del mismo con **igual temperatura y una entropía menor** $-\Delta S = R \cdot \ln(V_b / V_o)$, ($V_b < V_o$).

Este ciclo ideal del subsistema potencial, actúa como un **compresor isotérmico** sin desprendimiento de calor del subsistema termodinámico asociado, **creando con ello energía libre**, con la particularidad de que **es nulo el trabajo neto empleado**.

Viendo estos resultados se observa, grosso modo, de que existe una cierta similitud entre este comportamiento y el funcionamiento de un **láser**, ya que, a ambos dispositivos, llega un sistema con cierta energía y su correspondiente entropía (orden, volumen) y al final, los respectivos sistemas, salen de los mismos. En el caso del láser, con gran parte de su energía inicial, pero; **más ordenado**, con menor entropía. En el caso ideal del ciclo del subsistema potencial, sale con una **energía final igual** a la que tenía cuando llegó, sin embargo su **volumen específico final es menor que el inicial**, es decir: también sale con menor entropía.



La **gran diferencia** radica en que, en el láser, se disipa parte de la energía inicial y solo se aprovecha las extraordinarias cualidades que el sistema adquiere como consecuencia de su menor entropía (mayor orden $O_2 > O_1$), y en el caso del ciclo del subsistema potencial se puede aprovechar la **energía libre** que dicha reducción de entropía, disminución del volumen $V_2 < V_1$, crea en el subsistema termodinámico asociado.

La Termodinámica, al regirse por sus leyes, Segunda, Tercera y Cero, da a entender que, ampara solo a: **las interacciones por choque y a las interacciones cíclicas con campo de efecto nulo**. Por lo tanto, para la Termodinámica, siguen siendo **inamovibles** todos los procesos que estén fundamentados, **exclusivamente**, en dichas interacciones.

Ejemplos:

- a) El calor (energía transmitida mediante **la interacción por choque**), siempre fluye, de forma espontánea, desde un foco caliente a un foco frío y no a la inversa. No es posible un proceso espontáneo, **de solo interacción por choque**, cuyo único resultado sea la transferencia de calor desde un cuerpo frío a otro caliente (enunciado de **Clausius del segundo principio**)
- b) La máxima energía calorífica que se puede transformar en trabajo en un proceso cíclico, **de solo interacción por choque**, viene determinada por la diferencia de las temperaturas de los focos (ciclo de Carnot).
- c) En unos determinados procesos cerrados, **de solo interacción por choque**, la entropía termodinámica nunca disminuye, como máximo permanece constante, es decir: se cede como trabajo la máxima energía calorífica que se puede transformar al mismo en una interacción por choque.
- d) No es posible un proceso cíclico, **de solo interacción por choque**, cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo (enunciado Kelvin-Planck del segundo principio).
- e) En los procesos, **de solo interacción por choque**, hay una tendencia a ocupar los estados donde la probabilidad de los mismos es mayor (incremento del desorden), aun conservando constante el valor medio de su volumen.
- f) Es imposible, mediante un número limitado de procesos de **solo interacción por choque**, conseguir el cero absoluto.

Sin embargo, la Pantermodinámica (interacción simultánea por choque y con campo en determinadas condiciones), nos **permite ver la otra parte de la realidad** que es complementaria, donde se constata cómo el **ciclo del subsistema potencial**, cuando su efecto no es nulo, puede actuar como un **catalizador** que hace que evolucione el subsistema termodinámico asociado a un estado equivalente a una disminución de su entropía termodinámica, $V_2 < V_1$, menor volumen específico, creando con ello **energía libre**, con la particularidad extraordinaria de que **el trabajo neto empleado es nulo**.

$$\text{La energía libre} = -T \cdot (-\Delta S) = -T \cdot R \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

La **energía libre creada**, en realidad no es una energía, sino **la capacidad que adquiere el subsistema termodinámico** para poder transformar el degradado calor Q , íntegramente en el trabajo útil W , en una expansión isotérmica reversible, al evolucionar desde el volumen inicial V_2 , hasta el volumen final V_1 , ($V_2 < V_1$).

$$Q = W = T \cdot R \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$$

De esta forma se hace realidad lo que ya vislumbraban como posible, aunque sin explicar cómo hacerlo, los sistemas a **temperaturas negativas**:

El poder **transformar en trabajo, en un proceso cíclico a temperatura constante, todo el calor Q procedente de un solo foco.**

Proceso equivalente a la violación del enunciado Kelvin-Planck del segundo principio.