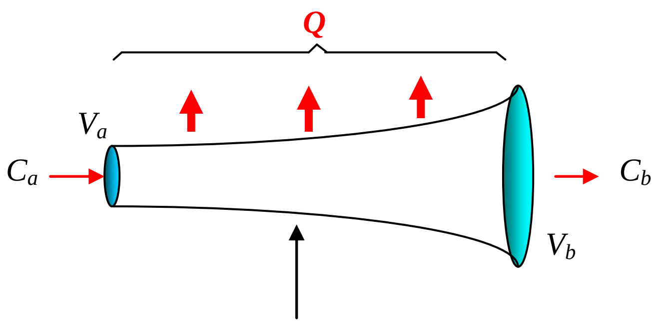
DIFUSOR POTENCIAL

En un difusor ***ideal isotérmico reversible*** se cumple, en cada momento, que la energía cinética del sistema, ***$(C_a^2-C_b^2)/2$***, que se transforma en el calor ***Q***, y que hay que extraer continuamente del mismo creando la entropía, ***Q/T***, es igual a:

$$\frac{C_a^2 - C_b^2}{2} = \boldsymbol{Q} = R \cdot T \cdot ln\frac{V_a}{V_b} \;, V_b < V_a$$



Difusor ideal isotérmico a la temperatura T

V_a y ***C_a*** es el valor inicial del volumen específico y la velocidad del sistema respectivamente, y ***V_b*** , ***C_b***, son los mismos parámetros del sistema en un determinado instante después.

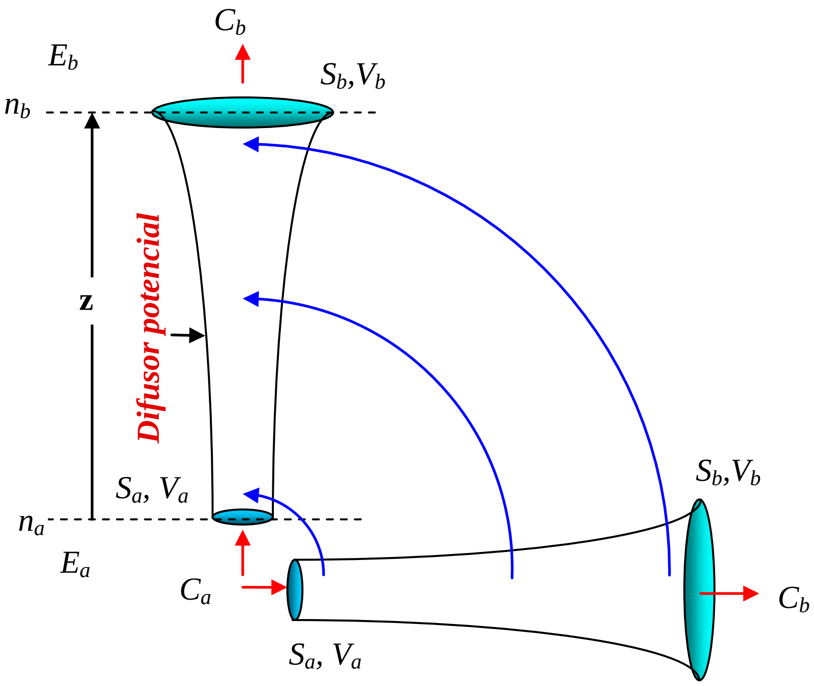
*Si la energía cinética del sistema, **en vez de convertirse en el calor Q y crear la entropía Q/T, se utiliza en el campo gravitatorio terrestre para que el subsistema potencial asociado evolucione, desde un nivel inicial inferior n_a, hasta otro nivel superior n_b,** conservando **inalterables**, en cada momento, los parámetros que caracterizan el estado de equilibrio dinámico del **difusor ideal isotérmico reversible** como son: la temperatura **T**, el volumen específico **V_b** y la velocidad del sistema **C_b**, tendremos un **difusor equivalente** al que llamaremos **difusor potencial**.*

En el ***difusor potencial*** se cumple lo siguiente para la masa unidad:

$$E_b - E_a = g \cdot z = R \cdot T \cdot ln\frac{V_a}{V_b} = \frac{C_a^2 - C_b^2}{2}$$

Despejando se tiene que:

$$\frac{V_a}{V_b} = e^{\frac{g \cdot z}{R \cdot T}}$$



Como la evolución es isotérmica, en régimen estacionario, y se hace a expensas únicamente de la ***energía cinética inicial*** del sistema, ***$C_a^2/2$,*** s***e*** cumplen las siguientes ecuaciones para cualquier valor posible de z, ya que satisfacen a ambos subsistemas. La ***reducción del volumen específico que sufre el subsistema potencial,*** al evolucionar desde el nivel ***n_a,*** hasta el nivel ***n_b,*** ***es igual a la que sufriría el subsistema termodinámico*** asociado, al transformar en calor en el ***difusor isotérmico reversible***, igual diferencia de energía cinética del sistema.

La ecuación de continuidad del sistema es la siguiente:

$$\frac{S_a \cdot C_a}{V_a} = \frac{S_b \cdot C_b}{V_b}$$

S_a y ***S_b,*** respectivamente, son la sección inicial y final del ducto por dónde circula el fluido.

$$\frac{S_a \cdot C_a}{V_a} = \frac{S_b \cdot C_b}{V_b}, \qquad C_b = \sqrt{C_a^{\,2} - 2 \cdot g \cdot z}\,, \qquad \frac{V_a}{V_b} = \frac{S_a}{S_b} \cdot \left(\frac{C_a}{\sqrt{C_a^{\,2} - 2 \cdot g \cdot z}} \right)$$

Sustituyendo en la última ecuación tenemos que:

$$\frac{V_a}{V_b} = e^{\frac{g \cdot z}{R \cdot T}} = \frac{S_a}{S_b} \cdot \left(\frac{C_a}{\sqrt{C_a^{\,2} - 2 \cdot g \cdot z}} \right)$$

Despejando S_b se tiene que: ***el valor que debe tener, en cada momento, la sección del medio*** a través del cual se realiza la evolución, será el siguiente:

$$S_b = S_a \cdot \frac{C_a}{e^{\frac{g \cdot z}{R \cdot T}} \cdot \sqrt{C_a^{\ 2} - 2 \cdot g \cdot z}} = S_a \cdot \frac{e^{-\frac{g \cdot z}{R \cdot T}}}{\sqrt{1 - \frac{2 \cdot g \cdot z}{C_a^{\ 2}}}}$$

En toda la evolución se cumple la condición especial del ***difusor potencial***.

$$\boxed{\frac{V_a}{V_b} = e^{\frac{g \cdot z}{R \cdot T}}} \qquad\qquad \frac{V_a}{V_b} = \frac{n_b}{n_a} = e^{\frac{m \cdot g \cdot z}{k \cdot T}}$$

Con lo que se tiene que, para cualquier valor posible de *z* superior a *0*, se verifica que:

$$V_b < V_a \quad \to \quad n_b > n_a$$

$\boldsymbol{n_b}$ y $\boldsymbol{n_a}$, respectivamente, son la ***densidad de población*** de dichos niveles, número de partículas por unidad de volumen.

Como la evolución se hace isotérmicamente y ***no se desprende ni se absorbe calor***, ***Q/T = 0***, ***g·z/T ≠ ΔS***, se tiene que, el ***incremento neto de entropía*** que sufre el subsistema termodinámico es ***negativo***, ya que se cumple lo siguiente:

$$\frac{V_b}{V_a} < 1 \qquad\qquad -\Delta S = R \cdot \ln \frac{V_b}{V_a}$$

De la desigualdad

$$V_b < V_a \quad y \quad n_b > n_a$$

Se deduce que, en régimen estacionario, ***la densidad de población es mayor en los niveles superiores que en los inferiores***, ***compresión potencial*** (inversión de población).

Esta evolución ideal tiene las siguientes características:

La evolución se hace a ***volumen específico decreciente, V_b<V_a, transformándose, en cada instante, a la temperatura constante T la energía cinética del sistema,(Ca^2-Cb^2)/2, en energía potencial, g·z, y no en el calor, Q, Q/T = 0 , g·z/T ≠ ΔS,***

Por lo tanto, en este proceso, solo ***se crea netamente entropía negativa, -ΔS = R·ln(V_b/V_a).***

La anterior conclusión es equivalente a la que ya conjeturaban como posible los sistemas a ***temperaturas negativas***.