

Calcular el rendimiento de un motor de Carnot entre dos temperaturas fijas T_1 y T_2 por los métodos siguientes

- Considerando que el gas que realiza el ciclo es perfecto
- Utilizando las propiedades de la magnitud termodinámica entropía
- Aplicación. Calcular el rendimiento y la eficiencia del ciclo de Carnot entre las temperaturas $T_2 = 100^\circ \text{C}$ y $T_1 = 0^\circ \text{C}$

Resolución

El rendimiento de un motor es el cociente entre el trabajo realizado y el calor absorbido

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{absorbido}}}$$

a) Cuando es un gas perfecto el que realiza un ciclo, el trabajo es $W = \oint PdV$, y en un ciclo de Carnot es $W = \int PdV = nRT_2L \frac{V_C}{V_B} + nrT_1L \frac{V_A}{V_D}$; aplicando la relación entre temperatura y volumen en las dos adiabáticas del ciclo de Carnot,

En la adiabática A-B se verifica $T_1V_A^{\gamma-1} = T_2V_B^{\gamma-1}$

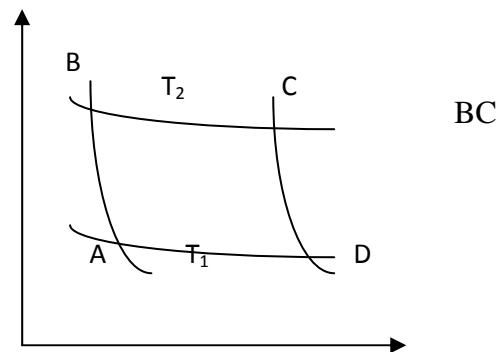
En la adiabática C-D se verifica $T_1V_D^{\gamma-1} = T_2V_C^{\gamma-1}$

De donde se encuentra la relación entre los volúmenes $\frac{V_A}{V_D} = \frac{V_B}{V_C}$, por lo que la expresión del

trabajo se transforma en $W = nR(T_2 - T_1)L \frac{V_C}{V_B}$.

El calor absorbido en el ciclo, se realiza en la etapa y en el caso de un gas perfecto que se expande a temperatura constante T_2 es $Q_{BC} = nRT_2L \frac{V_C}{V_B}$, de donde el rendimiento es

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$



b) La variación de entropía en un ciclo reversible es nula; en el ciclo de Carnot hay dos adiabáticas en las que no se intercambia calor

$$\Delta S = 0 = \frac{Q_{BC}}{T_2} + \frac{Q_{DA}}{T_1} = \frac{Q_{BC}}{T_2} - \frac{|Q_{DA}|}{T_1}, \text{ y } \frac{|Q_{DA}|}{Q_{BC}} = \frac{T_1}{T_2}$$

En un ciclo, en virtud del primer principio, $W = Q_{BC} + Q_{DA}$, de donde

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{absorbido}}} = \frac{Q_{BC} + Q_{DA}}{Q_{BC}} = 1 + \frac{Q_{DA}}{Q_{BC}} = 1 - \frac{|Q_{DA}|}{Q_{BC}} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

Aplicación. Calcular el rendimiento y la eficiencia del ciclo de Carnot entre las temperaturas $T_2 = 100^\circ \text{C}$ y $T_1 = 0^\circ \text{C}$

c) Cuando el motor funciona en sentido antihorario el rendimiento es

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{373 - 273}{373} = \frac{100}{373}$$

y si lo recorre en sentido horario, la eficiencia de la máquina frigorífica es $E = \frac{T_1}{T_2 - T_1} = \frac{273}{100}$

Departamento de Física y Mecánica. E.T.S.I. Agrónomos