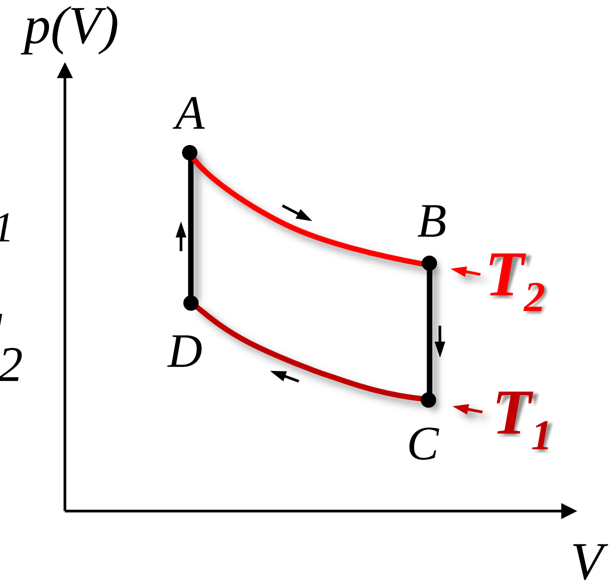
Ciclo di Stirling

e' un ciclo termico costituito da quattro trasformazioni



reversibili di un gas perfetto , si assume che $T_2 > T_1$

una espansione *isoterma* da A a B a temperatura T_2

una trasformazione *isocora* da B a C

una compressione *isoterma* da C a D a temperatura T_1

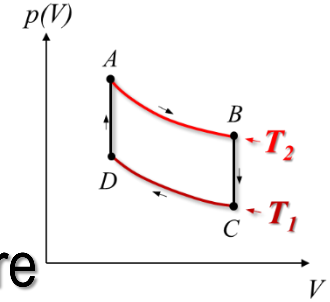
una trasformazione *isocora* da D ad A

esattamente come nel ciclo di Carnot da A a B $\quad Q_{AB} = nRT_2 ln\dfrac{V_B}{V_A} > 0$

e da C a D $\quad Q_{CD} = nRT_1 ln\dfrac{V_D}{V_C} < 0$

ma lungo l'isocora da B a C $L_{BC} = 0$ il sistema modifica

la sua temperatura passando da T_2 a T_1 senza scambio di lavoro



$$dU = dQ_{isocr} \Rightarrow \quad Q_{BC} = nc_V(T_1 - T_2) < 0$$ → deve cedere calore

Nota Bene: affinche' cio' possa avvenire reversibilmente

si deve fare in modo che il sistema venga messo a contatto con una successione

di sorgenti di calore poste a temperature via via decrescenti da T_2 a T_1

con ciascuna delle quali il sistema interagisce in modo isotermo reversibile

- al limite con una infinita' di sorgenti di calore a temperature infinitesimamente vicine ossia di sorgenti che differiscono di un dT tra di loro

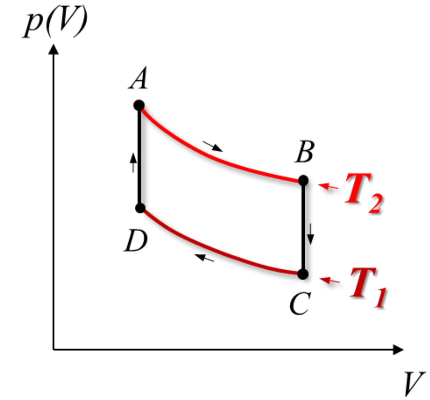
$$T_2, \quad T_2 - dT, \quad T_2 - 2dT, \quad T_2 - 3dT \quad \ldots\ldots \quad T_1 + dT, \quad T_1$$

lungo l'isocora da D ad A avverra' il contrario

$$Q_{DA} = nc_V(T_2 - T_1) > 0 \qquad L_{DA} = 0$$

$$\eta = \frac{L_{tot}}{Q_a} \qquad Q_a = Q_{AB} = nRT_2 ln \frac{V_B}{V_A}$$

$$L_{tot} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} + L_{DA}$$



$$dL_{isotrm} = dQ_{isotrm} \qquad dL_{isocr} = 0$$

$$\downarrow \qquad \downarrow$$

$$L_{AB} = Q_{AB} = nRT_2 ln \frac{V_B}{V_A} \qquad L_{BC} = 0$$

$$L_{CD} = Q_{CD} = nRT_1 ln \frac{V_D}{V_C} \qquad L_{DA} = 0$$

$$\downarrow$$

$$L_{tot} = nRT_2 ln \frac{V_B}{V_A} + nRT_1 ln \frac{V_D}{V_C}$$

$$\downarrow$$

$$\eta = \frac{nRT_2 ln \frac{V_B}{V_A} + nRT_1 ln \frac{V_D}{V_C}}{nRT_2 ln \frac{V_B}{V_A}}$$

$$\eta = \frac{nRT_2 ln\frac{V_B}{V_A} + nRT_1 ln\frac{V_D}{V_C}}{nRT_2 ln\frac{V_B}{V_A}}$$

$$\downarrow$$

$$= 1 + \frac{nRT_1 ln\frac{V_D}{V_C}}{nRT_2 ln\frac{V_B}{V_A}}$$

$$\downarrow$$

$$= 1 + \frac{T_1 ln\frac{V_D}{V_C}}{T_2 ln\frac{V_B}{V_A}}$$

$$\downarrow$$

ma $V_A = V_D$ e $V_B = V_C$

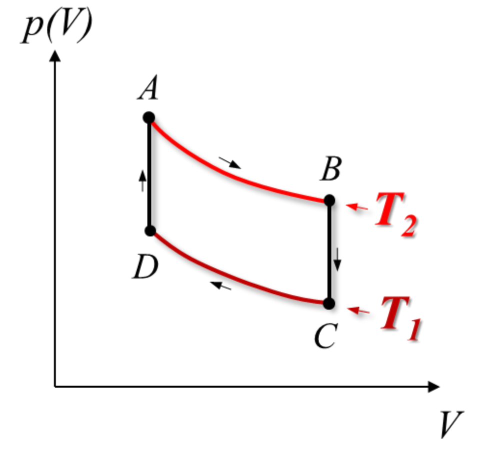
$$= 1 + \frac{T_1 ln\frac{V_A}{V_B}}{T_2 ln\frac{V_B}{V_A}}$$

$$\downarrow$$

$$ln\frac{V_A}{V_B} = -ln\frac{V_B}{V_A}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

Nota Bene : $Q_{DA} = -Q_{BC}$



quindi dal punto di vista termico e' come se

le infinite sorgenti non ci fossero e i calori scambiati dal

sistema durante il ciclo fossero solo Q_{AB} e Q_{CD}

ed effetttivamente il rendimento del ciclo di Stirling e' lo stesso

di quello del ciclo di Carnot

Backup Slides