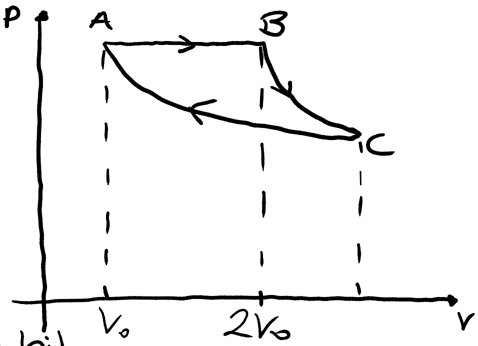
16/12/2020

mercoledì 16 dicembre 2020 08:10

GENERICO CICLO TERMODINAMICO



A→B ISOBARA P_0

B→C ADIABATICA

C→A ISOTERMA T_0

Dati $P_0, T_0, n, C_v = \frac{3}{2}R$

$\eta = ?$

$Q_{A\to B} = nC_p\Delta T$ assorbito

T_B (A) $P_A V_A = nRT_A$

(B) $P_B V_B = nRT_B$

Sostituisco i dati

$P_0 V_0 = nRT_0$
$P_0 2V_0 = nRT_B$

dividendo la seconda equazione per la prima

$\frac{II}{I} \to 2 = \frac{T_B}{T_0}$

$Q_{A\to B} = nC_p \cdot (2T_0 - T_0) = \frac{5}{2} nRT_0$

$Q_{B\to C} = 0$

CA: $\Delta U = nC_v\Delta T = 0$

$Q = L < 0$

$L = Q = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$

BC ADIABATICA ⇒ per calcolare il volume uso l'equazione dell'adiabatica

CONOSCO $T_B = 2T_0$
$T_C = T_0$
$V_B = 2V_0$

$TV^{\gamma-1} = \text{cost.}$

$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \Rightarrow 2\cancel{T_0}(2V_0)^{\gamma-1} = \cancel{T_0} V_C^{\gamma-1}$

$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$ $\gamma - 1 = \frac{2}{3}$ $2 \cdot 2^{\frac{2}{3}} V_0^{\frac{2}{3}} = V_C^{\frac{2}{3}}$

elevo alla $\frac{3}{2}$

$V_C = V_0 \cdot 2^{\frac{5}{2}} = V_0 4\sqrt{2}$

CALCOLO $Q_{C\to A}$

$Q_{C\to A} = nRT_0 \int_{V_C}^{V_A} \frac{dV}{V} = nRT_0 \ln \frac{V_A}{V_C} =$

$$Q_{C \to A} = nRT_0 \int_{V_C}^{V_A} \frac{dV}{V} = nRT_0 \ln \frac{V_A}{V_C} =$$

$$= nRT_0 \ln \frac{1}{4\sqrt{2}} \simeq -1{,}73\, nRT_0$$ CALORE CEDUTO

$Q_{ASS} = \frac{5}{2} nRT_0$

$|Q_{CED}| = -1{,}73\, nRT_0$

$L = Q_{ASS} - Q_{CED} = 0{,}77\, nRT_0$

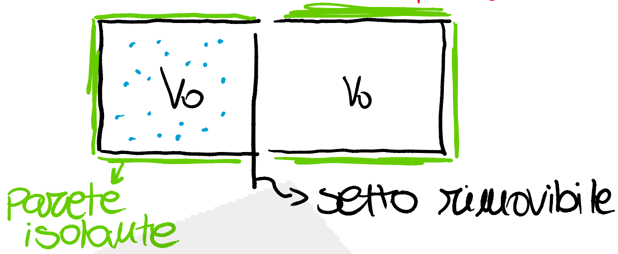
$$\eta = \frac{L}{Q_{ASS}} = \frac{0{,}77\, \cancel{nRT_0}}{2{,}5\, \cancel{nRT_0}} = 0{,}308 \to 30.8\%$$

ESPANSIONE ADIABATICA LIBERA di un gas perfetto

iniz: V_0, T_0, n

fin: $2V_0, n$

$\Delta S = ?$ $\Delta U = ?$ $L = ?$ $Q = ?$



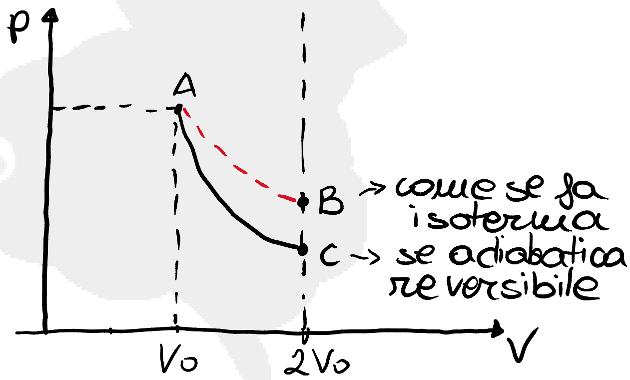
$Q = 0 \to$ adiabatica

$L = 0 \to$ non c'è modo di muovere oggetti $\to$ libera

$\Rightarrow \Delta U = 0$

GAS PERFETTO $\Delta T = 0$

$\Rightarrow T_B = T_A$



S → funzione di stato

$\Delta S \Rightarrow$ non dipende dalla trasformazione

uso l'isoterma reversibile per calcolare ΔS

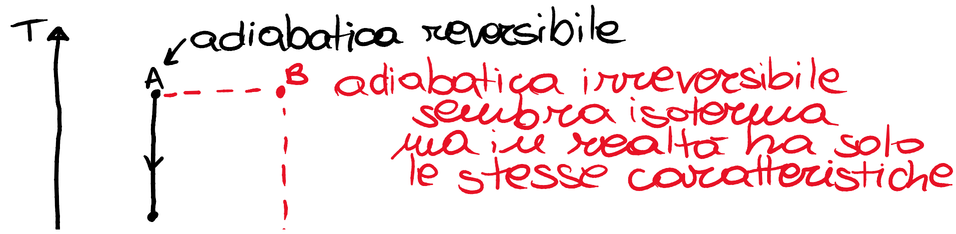
$$\Delta S = \int_{A \to B} \frac{\delta Q_{REV}}{T} = \frac{Q}{T} = \frac{L}{T} = \frac{1}{T_0} \cdot \int_{V_0}^{2V_0} \frac{nRT_0}{V} dV =$$

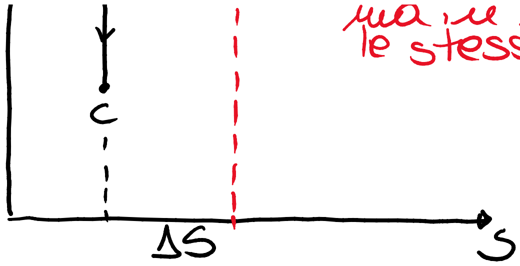
$P(V)$

$$= \frac{nR\cancel{T_0}}{\cancel{T_0}} \cdot [\ln V]_{V_0}^{2V_0} = nR \cdot \ln 2$$

$\Rightarrow \Delta S = nR \ln 2$

[ΔS di adiabatica reversibile è zero]





ma in realtà ha solo le stesse caratteristiche

⇒ ADIABATICA LIBERA NON HA MODO DI FARE LAVORO

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T} \underset{\text{1° principio}}{=} \frac{\delta L + dU}{T} \underset{\delta L = pdV}{=} \frac{pdV + dU}{T} =$$

considero il sistema in questo caso GAS PERFETTO

$$p = \frac{nRT}{V}$$

$$dU = nc_v dT$$

$$= \frac{nR\cancel{T}dV}{\cancel{T}V} + \frac{nc_v dT}{T} = \frac{nRdV}{V} + \frac{nc_v dT}{T}$$

$$A \to B \qquad \Delta S = \int_{S_A}^{S_B} dS = nR \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} + nc_v \int_{T_A}^{T_B} \frac{dT}{T} =$$

$$= nR \ln \frac{V_B}{V_A} + nc_v \ln \frac{T_B}{T_A} =$$

$$= nc_v \left[\frac{R}{c_v} \ln \frac{V_B}{V_A} + \ln \frac{T_B}{T_A} \right] =$$

$$\frac{R}{c_v} = \frac{c_p - c_v}{c_v} = \gamma - 1$$

$$= nc_v \left[\ln \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^{\gamma-1} + \ln \frac{T_B}{T_A} \right] =$$

$$= nc_v \ln \frac{T_B V_B^{\gamma-1}}{T_A V_A^{\gamma-1}}$$

VARIAZIONE DI ENTROPIA di un gas perfetto