

SE $V_f = \frac{1}{2} V_i$ E $P_f = P_i$ DA $PV = nRT$ SI OTTIENE $T_f = \frac{1}{2} T_i$

PER CUI $\Delta S_{\text{GAS}} = n c_v \ln\left(\frac{1}{2}\right) + nR \ln\left(\frac{1}{2}\right) = n c_p \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -n c_p \ln(2)$

SIA Q IL CALORE CHE IL GAS CEDE AL TERMOSTATO ESTERNO. ESSO SI TROVA A TEMPERATURA T PER CUI $\Delta S_{\text{ESTERNO}} = \frac{Q}{T}$

SI HA $\Delta S_{\text{UNIVERSO}} = \Delta S_{\text{GAS}} + \Delta S_{\text{ESTERNO}} = -n c_p \ln(2) + \frac{Q}{T}$

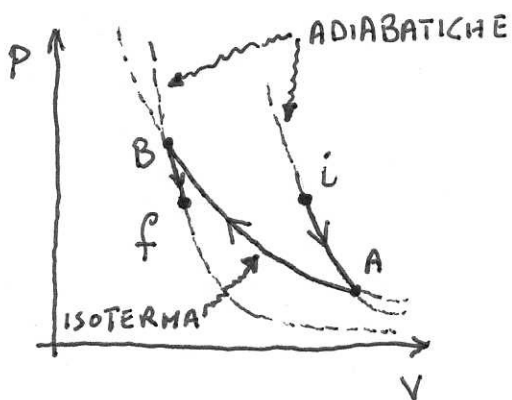
MA IL SECONDO PRINCIPIO STABILISCE CHE $\Delta S_{\text{UNIVERSO}} \geq 0$, PER CUI

$\frac{Q}{T} \geq n c_p \ln(2)$ PER UN GAS MONOATOMICO $c_p = \frac{5}{2} R$, PER CUI

$Q \geq \frac{5}{2} nRT \ln(2) \rightarrow Q_{\text{MIN}} = \frac{5}{2} nRT \ln(2)$

ADDENDUM

PERCHÉ SIA $Q = Q_{\text{MIN}}$ SI DEVE AVERE $\Delta S = 0$, CIOÈ TUTTE LE TRASFORMAZIONI COINVOLTE DEVONO ESSERE REVERSIBILI. RICORDANDO CHE QUESTO IMPLICA SCAMBI DI CALORE SOLO TRA SISTEMI CON DIFFERENZA DI TEMPERATURE INFINITESIMA, LO SCAMBIO DI CALORE DEVE AVVENIRE SU UNA ISOTERMA A TEMPERATURA T



RAGION PER CUI IL MINIMO SCAMBIO DI CALORE SI HA SE A PARTIRE DALLO STATO INIZIALE IL GAS COMPIE UNA ADIABATICA REVERSIBILE FINO ALLO STATO A CHE SI TROVA A TEMPERATURA T . SI ESEGUE UNA COMPRESSIONE ISOTERMA SCAMBIANDO CALORE COL TERMOSTATO ESTERNO FINO ALLO STATO B CHE SI TROVA SULLA STESSA ADIABATICA DELLO STATO FINALE, CHE VIENE PERCORSO PROPRIO PER GIUNGERE AD ESSO