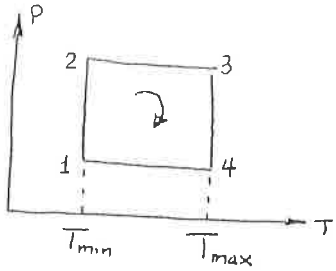

El ciclo del problema es el indicado en la figura. Utilizando la expresión de incremento de entropía

$$\Delta S = \nu R \left[\frac{\gamma}{\gamma-1} \ln \frac{T_F}{T_i} - \ln \frac{P_F}{P_i} \right]$$

se tiene (suponiendo que el sistema tiene ν m

$$Q_{12} = T_{min}\,\Delta S_{12} = -T_{min}\,\nu R \ln \frac{P_2}{P_1} = -T_{min}\,\nu R \ln 2 < 0$$

$$Q_{23} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\,\nu R (T_{max} - T_{min}) > 0 \quad , \quad \Delta S_{23} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\,\nu R \ln \frac{T_{max}}{T_{min}}$$

$$Q_{34} = T_{max}\,\Delta S_{34} = T_{max}\,\nu R \ln \frac{P_2}{P_1} = T_{max}\,\nu R \ln 2 > 0$$

$$Q_{41} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\,\nu R (T_{min} - T_{max}) < 0 \quad , \quad \Delta S_{41} = \frac{\gamma}{\gamma-1}\,\nu R \ln \frac{T_{min}}{T_{max}}$$

La condición $\Delta S = 0$ se verifica idénticamente

El rendimiento será

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}}{Q_{23} + Q_{34}} = \frac{(T_{max} - T_{min})\,\nu R \ln 2}{\frac{\gamma}{\gamma-1}\,\nu R (T_{max} - T_{min}) + \nu R\, T_{max} \ln 2} =$$

$$\eta = \frac{\left(1 - T_{min}/T_{max}\right) \ln 2}{\frac{\gamma}{\gamma-1}\left(1 - T_{min}/T_{max}\right) + \ln 2} \simeq 0.1$$

El rendimiento es independiente de ν como tenía que suceder

Por definición de rendimiento se tiene

$$\eta = \frac{W'_{neto} \text{ (en un ciclo)}}{\text{Calor recibido (en un ciclo)}}$$

La masa de carbón quemado por unidad de tiempo será

$\dot{m} = \frac{10^3\,Kg}{3600\,seg}$ y el calor comunicado por unidad de masa

$q = \frac{6'4 \times 10^9\,cal}{10^3\,Kg}$. Si llamamos Δt a la duración del ciclo

se tendrá $W_{neto} \text{ (en un ciclo)} = \eta\, q\, \dot{m}\, \Delta t$ (1)

Por otro lado el trabajo desarrollado durante la ascensión en el intervalo Δt será $Mg \operatorname{sen}\theta\, v\, \Delta t$ siendo $M = 10^3\,Kg$

y $v = \frac{80.000\,m}{3600\,seg}$ e igualando con (1) queda

$$Mg \operatorname{sen}\theta\, v = \eta\, q\, \dot{m} \rightarrow \operatorname{sen}\theta = \frac{\eta\, q\, \dot{m}}{Mg\, v} = \frac{10^8 \times 6'4}{9'81 \times 8 \times 10^9} \frac{cal}{Jul} =$$

$$= \frac{8 \times 4'18}{9'81 \times 10^2} \simeq 0'034$$