Ciclo di STIRLING

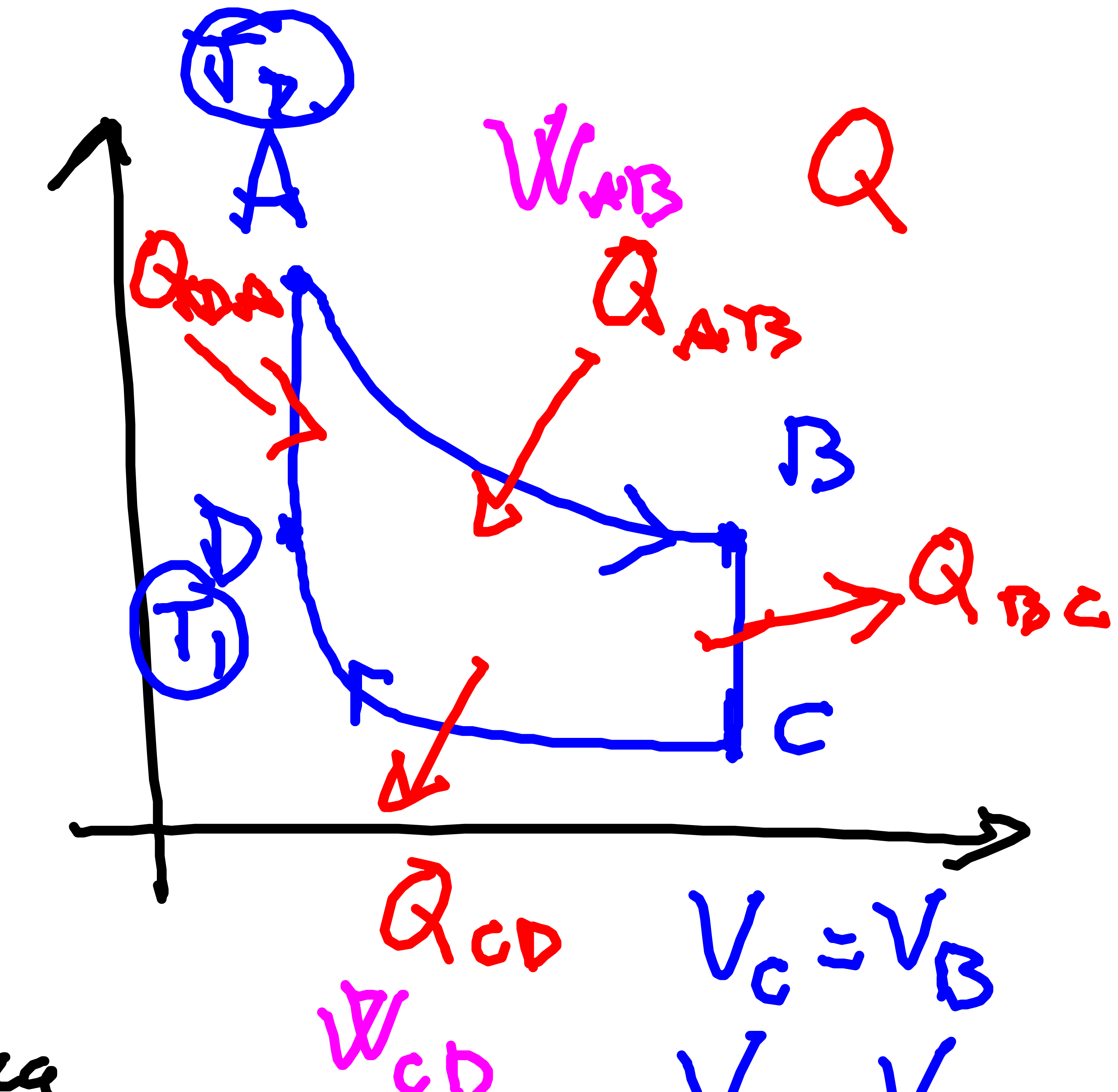
- 2 isoterme a $T_1 = 310\,K$, $T_2 = 500\,K$
- 2 isocore a $V_A = 0.002\,m^3$, $V_B = 0.004\,m^3$

Gas monoatomico

Determinare il rendimento

a) nel caso il ciclo sia reversibile

b) nel caso vi siano due sole sorgenti di temperatura



$V_C = V_B$

$V_D = V_A$

a) $\eta_{max} = \eta_{carnot} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{310}{500} = 0.38$ ✓

b) $\eta = \frac{W}{Q_{fornito}} = \frac{W_{AB} + W_{CD}}{Q_{AB} + Q_{DA}} = \frac{Q_{AB} + Q_{CD}}{Q_{AB} + Q_{DA}}$

$Q_{AB} = W = nRT_2 \ln(V_B/V_A) = nRT_2 \ln 2$

Q_{DA} viene fornito dal trasferimento di calore da T_2 a T_1

isocora: $W = 0 \rightarrow Q = \Delta U$

$Q = nc_v(T_2 - T_1)$

$= U_f - U_i$

$= nc_vT_2 - nc_vT_1$

Ciclo di STIRLING

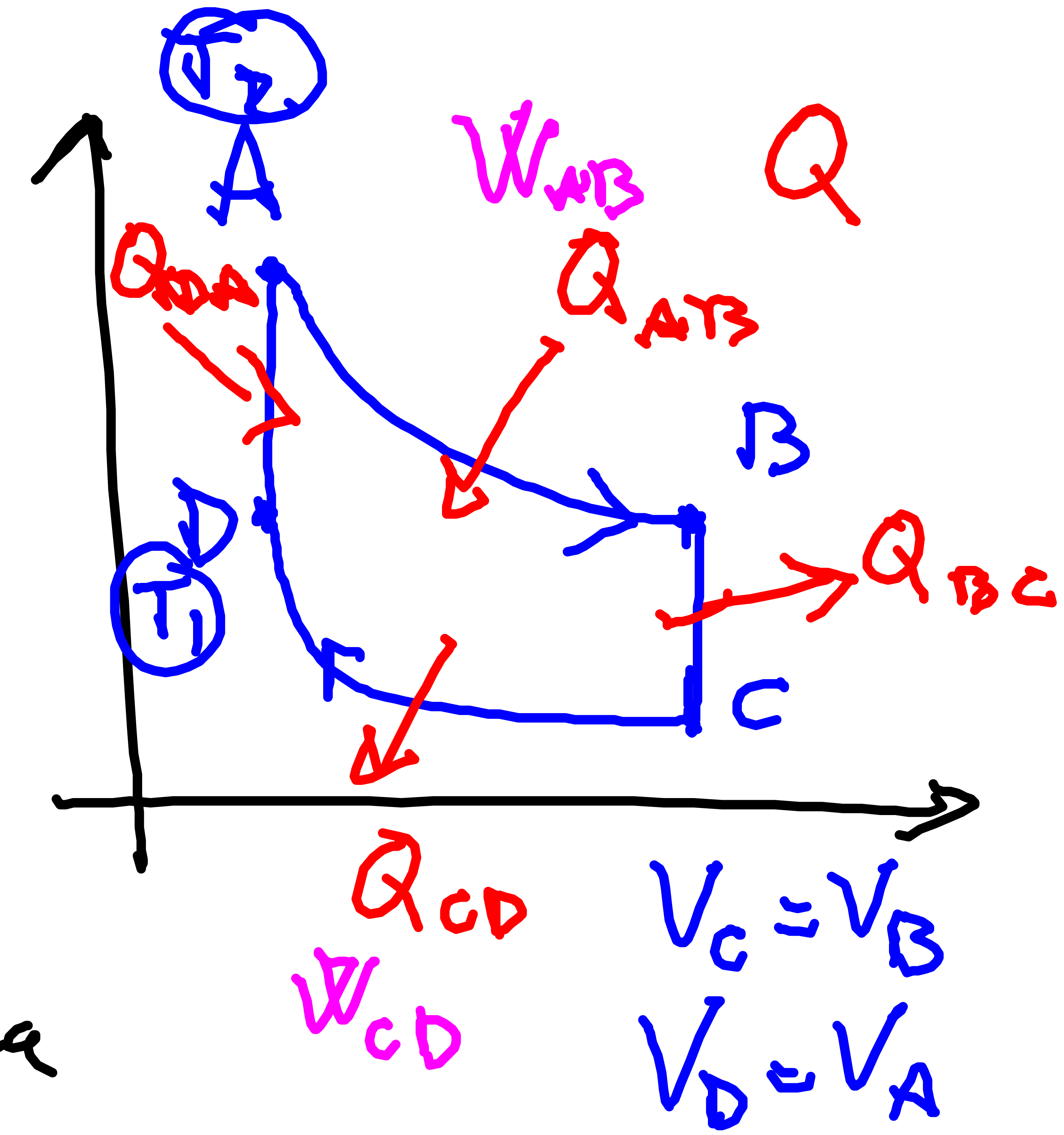
- 2 isoterme a $T_1 = 310\,K$, $T_2 = 500\,K$
- 2 isocore a $V_A = 0.002\,m^3$, $V_B = 0.004\,m^3$

Gas monoatomico

Determinare il rendimento

a) nel caso il ciclo sia reversibile

b) nel caso vi siano due sole sorgenti di temperatura



$$Q_{AB} = nRT_2 \ln 2$$

$$Q_{CD} = nRT_1 \ln \frac{V_D}{V_C} = nRT_1 \ln \frac{1}{2} = -nRT_1 \ln 2$$

$$\eta = \frac{Q_{AB} + Q_{CD}}{Q_{AB} + Q_{DA}} = \frac{\cancel{n}RT_2 \ln 2 - \cancel{n}RT_1 \ln 2}{\cancel{n}RT_2 \ln 2 - \cancel{n}\cancel{c_V}\,(T_2 - T_1)} = \frac{(T_2 - T_1)\ln 2}{T_2 \ln 2 - \frac{3}{2}(T_2 - T_1)} = 0.27$$

Ciclo OTTO

Ciclo dei motori a combustione

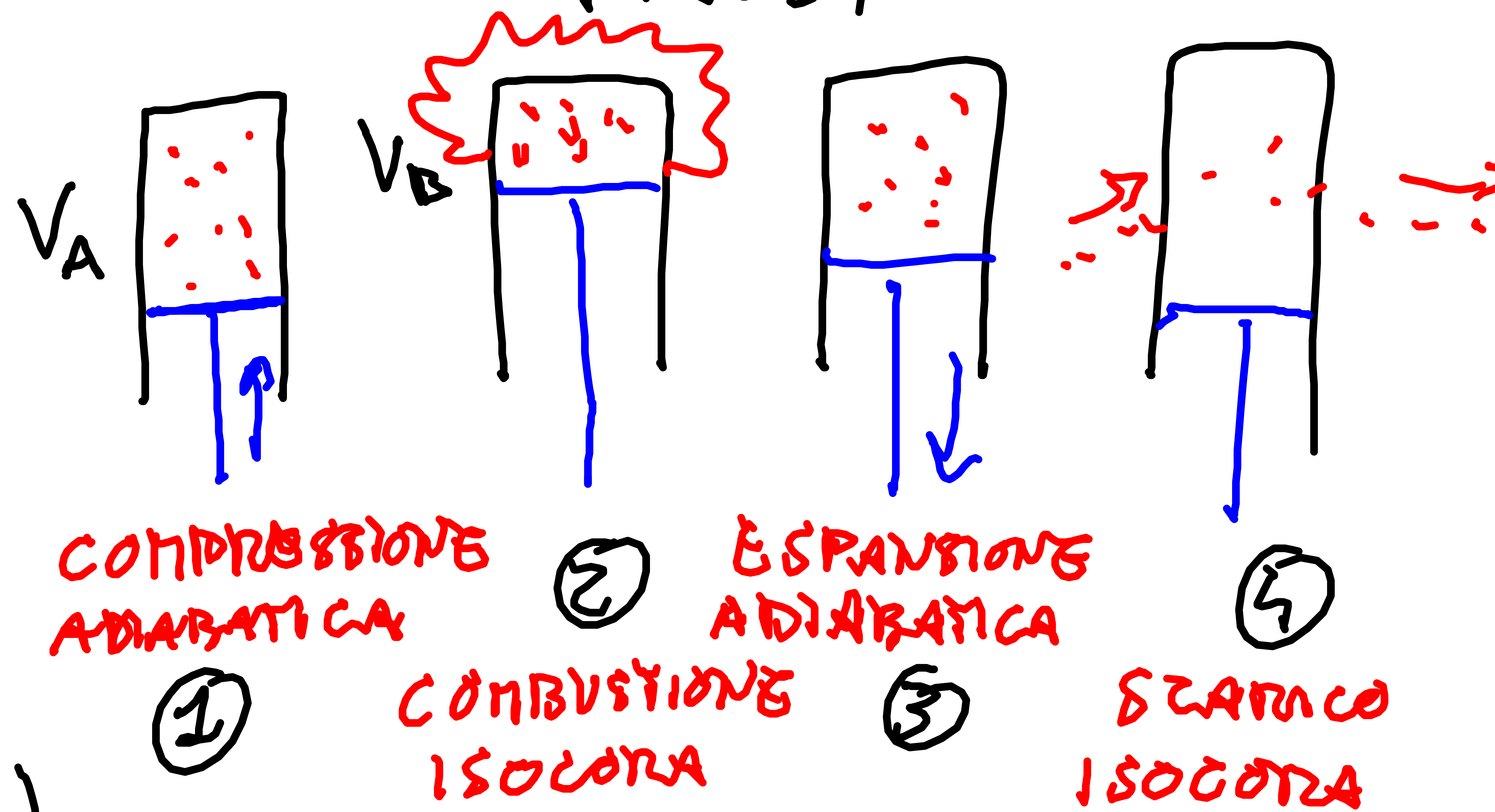
rapporto di compressione

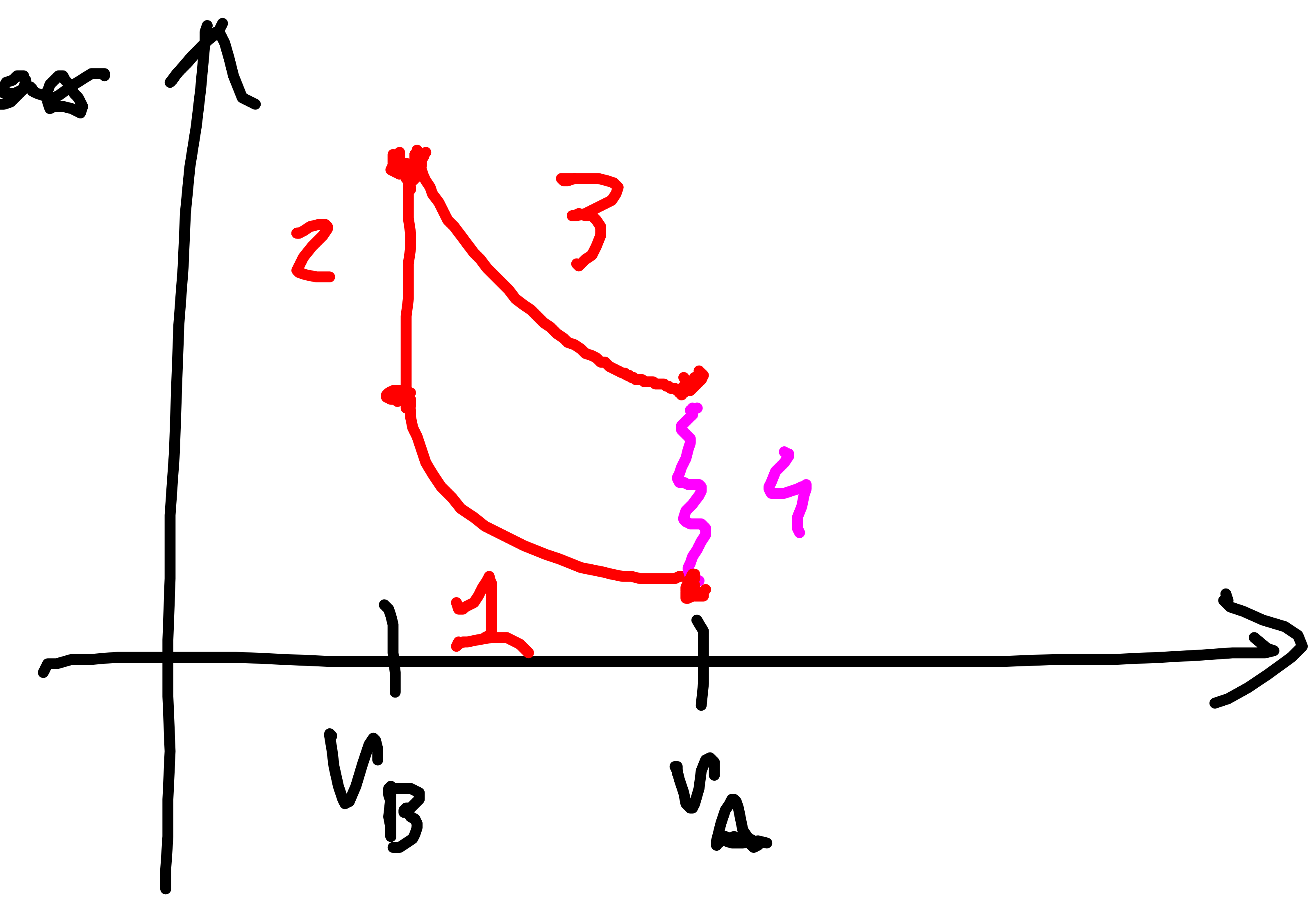
$$\frac{V_A}{V_B}=6, \quad \gamma=1.3$$

$$T_A=300\,K, \quad T_C=1200\,K$$

a) $T_B=?$ b) $T_D=?$ c) $\eta=?$ d) η_{max}

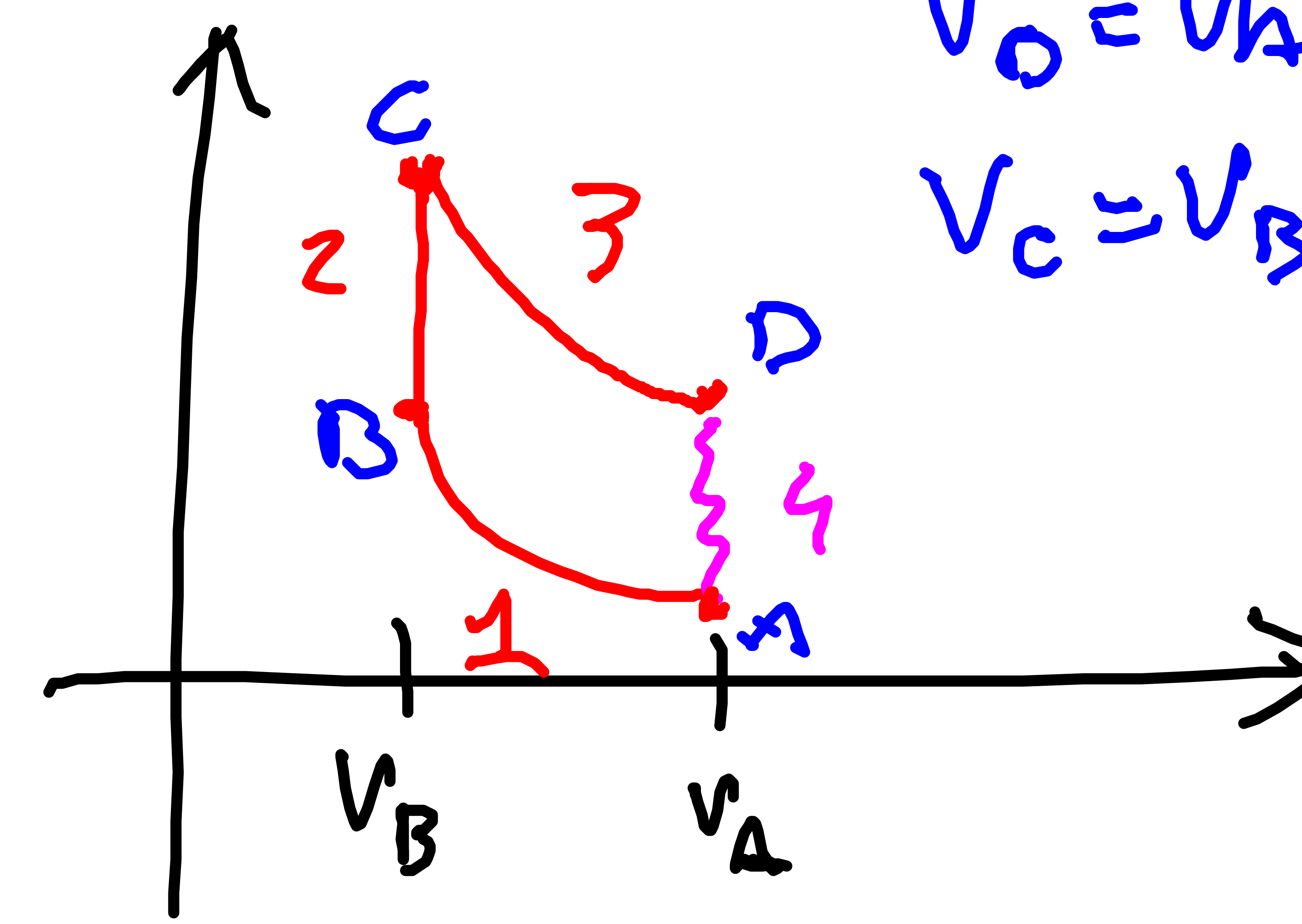
4 FASI





Ciclo OTTO

Ciclo dei motori a combustione



$V_D = V_A$

$V_C = V_B$

rapporto di compressione

$$\frac{V_A}{V_B} = 6 \,, \quad \gamma = 1.3$$

$$T_A = 300\,K, \quad T_C = 1200\,K$$

a) $T_B = ?$ b) $T_D = ?$ c) $\eta = ?$ d) η_{max}

a) $A \to B$ adiabatica $\quad pV^\gamma = \text{cost}$

$p_A V_A^\gamma = p_B V_B^\gamma \quad$ includere $pV = nRT$

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

$$T_B = T_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma-1} = 300 \cdot 6^{1.3-1} = 513\,K$$

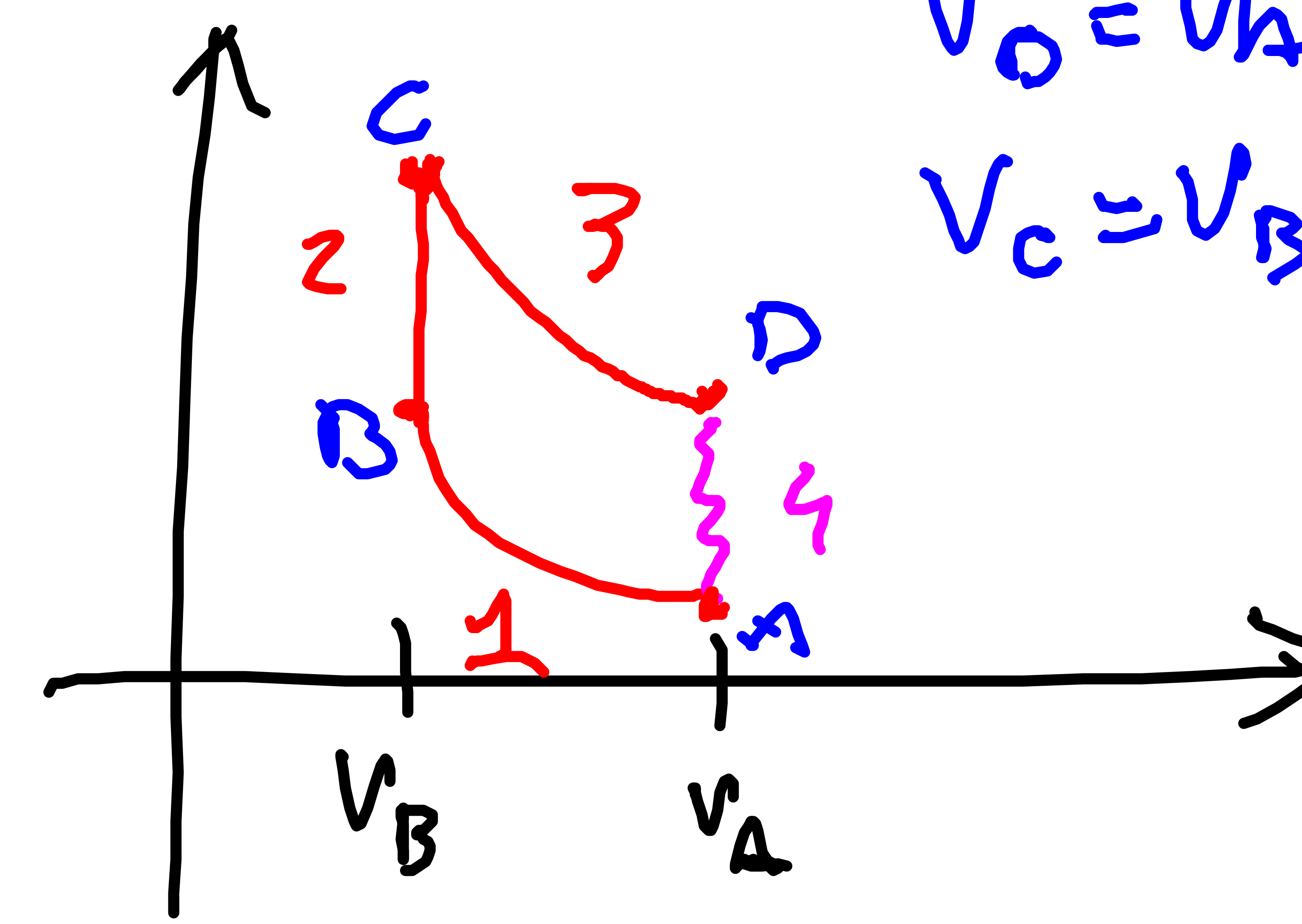
b) $C \to D$ adiabatica

$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$

$$T_D = T_C \left(\frac{V_C}{V_D}\right)^{\gamma-1} = T_C \left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma-1} = 1200 \left(\frac{1}{6}\right)^{\gamma-1} = 701\,K$$

Ciclo OTTO

Ciclo dei motori a combustione



$V_D = V_A$

$V_C = V_B$

rapporto di compressione

$$\frac{V_A}{V_B} = 6 \,, \quad \gamma = 1.3$$

$$T_A = 300\,K, \; T_C = 1200\,K$$

a) $T_B = ?$ b) $T_D = ?$ c) $\eta = ?$ d) η_{max}

$Q_1 = 0$
$Q_3 = 0$ adiab.

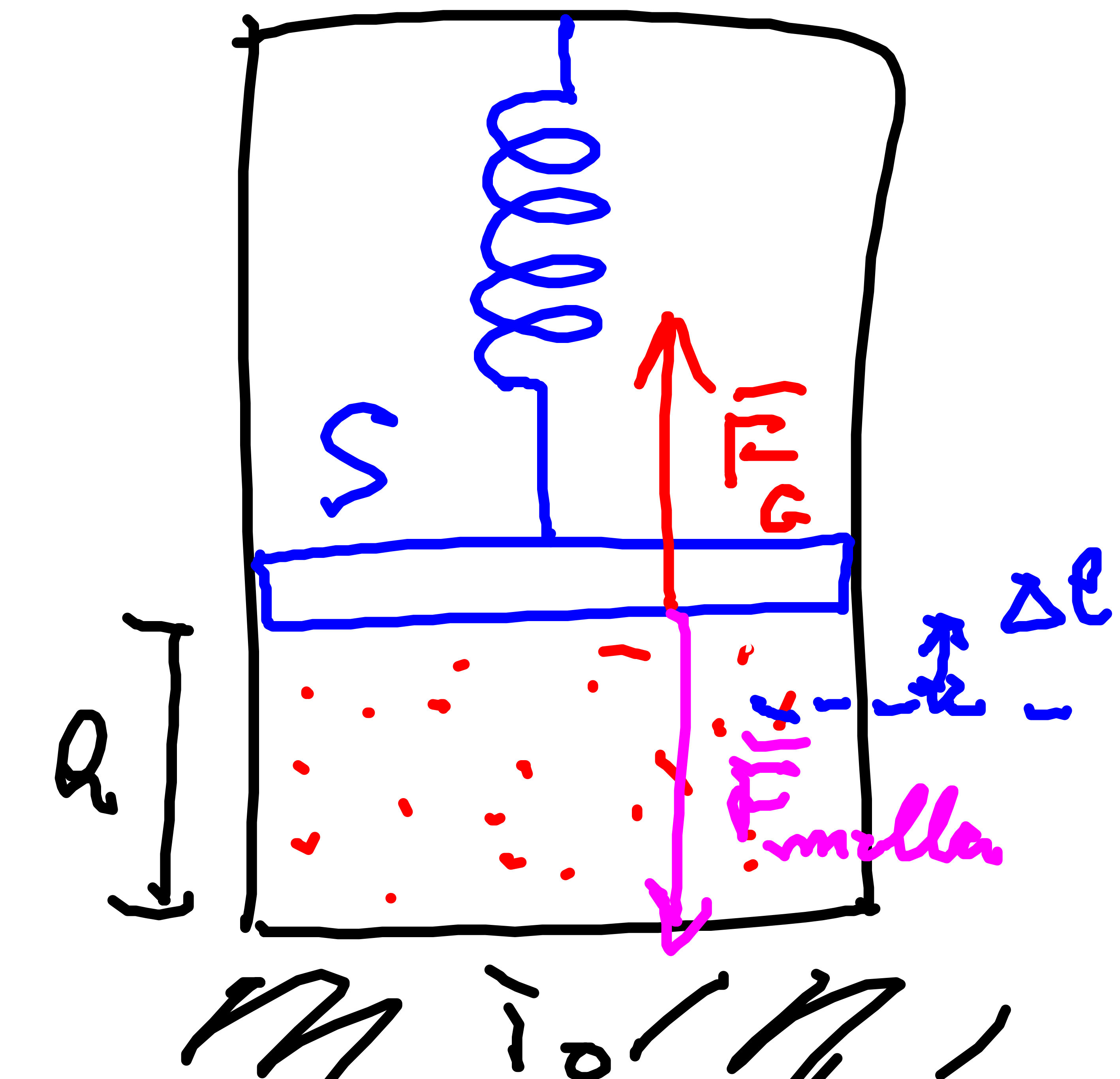
$W_2 = 0$
$W_4 = 0$ isocore

$$\eta = \frac{\text{lavoro}}{\text{calore fornito}} = \frac{Q_2 + Q_4}{Q_2} = \frac{nC_V(T_C - T_B) + nC_V(T_A - T_D)}{nC_V(T_C - T_B)}$$

$$= 1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B} = 0.42$$

$$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{T_A}{T_C} = 0.75$$

Molla e pistone



Gas ideale monoatomico $(n = 0.3\ \text{mol})$
$T_0 = 300\ K$, è connesso ad un termostato
all'inizio ha equilibrio termodinamico
$h = 20\ \text{cm}$, $K_{molla} = 50000\ N/m$
Fornisce al gas del calore finché la molla è compressa
di un valore doppio di quello iniziale

a) compressione iniziale $\Delta l = ?$ b) $T_f = ?$ c) $Q = ?$

a) $p = \frac{F}{S}$ $\quad F_{molla} = pS = K\Delta l$

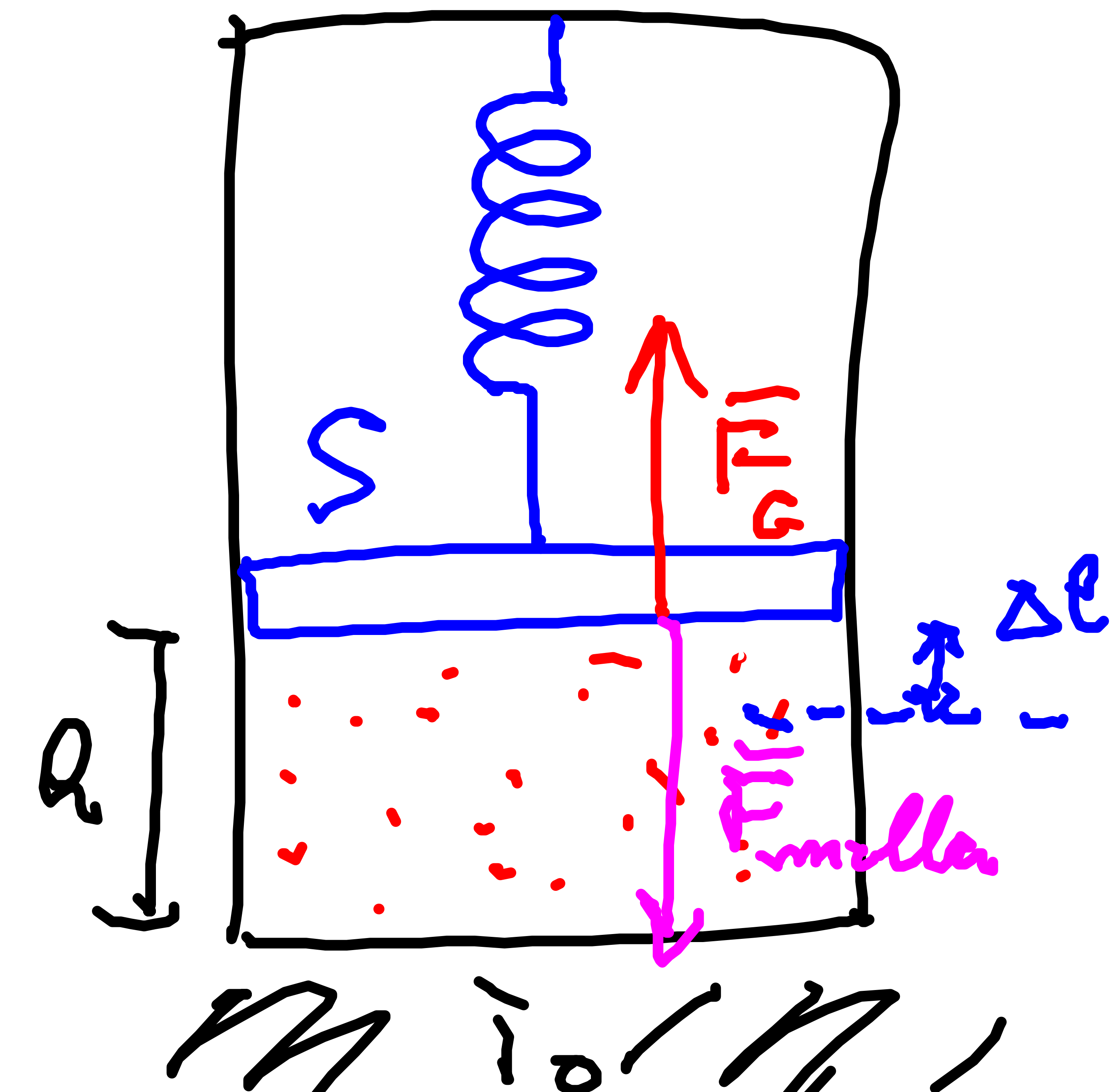
$$K\Delta l = \frac{nRT_0}{V}S = \frac{nRT_0 S}{hS} = \frac{nRT_0}{h} \rightarrow \Delta l = \frac{nRT_0}{Kh} = 7.5\ \text{cm}$$

b) $$p_f S = K(2\Delta l) = \frac{nRT_f S}{V'} = \frac{nRT_f \cancel{S}}{\cancel{S}(h+\Delta l)} \rightarrow T_f = \frac{2K\Delta l(h+\Delta l)}{nR} = 824\ K$$

Molla e pistone

Gas ideale monoatomico $(n = 0.3\ mol)$
$T_0 = 300\,K$, è connesso ad un termostato
all'inizio è in equilibrio termodinamico
$h = 20\,cm$, $K_{molla} = 50000\ N/m$
Fornisco al gas del calore finché la molla è compressa
di un valore doppio di quello iniziale

a) compressione iniziale $\Delta l = ?$ b) $T_F = ?$ c) $Q = ?$



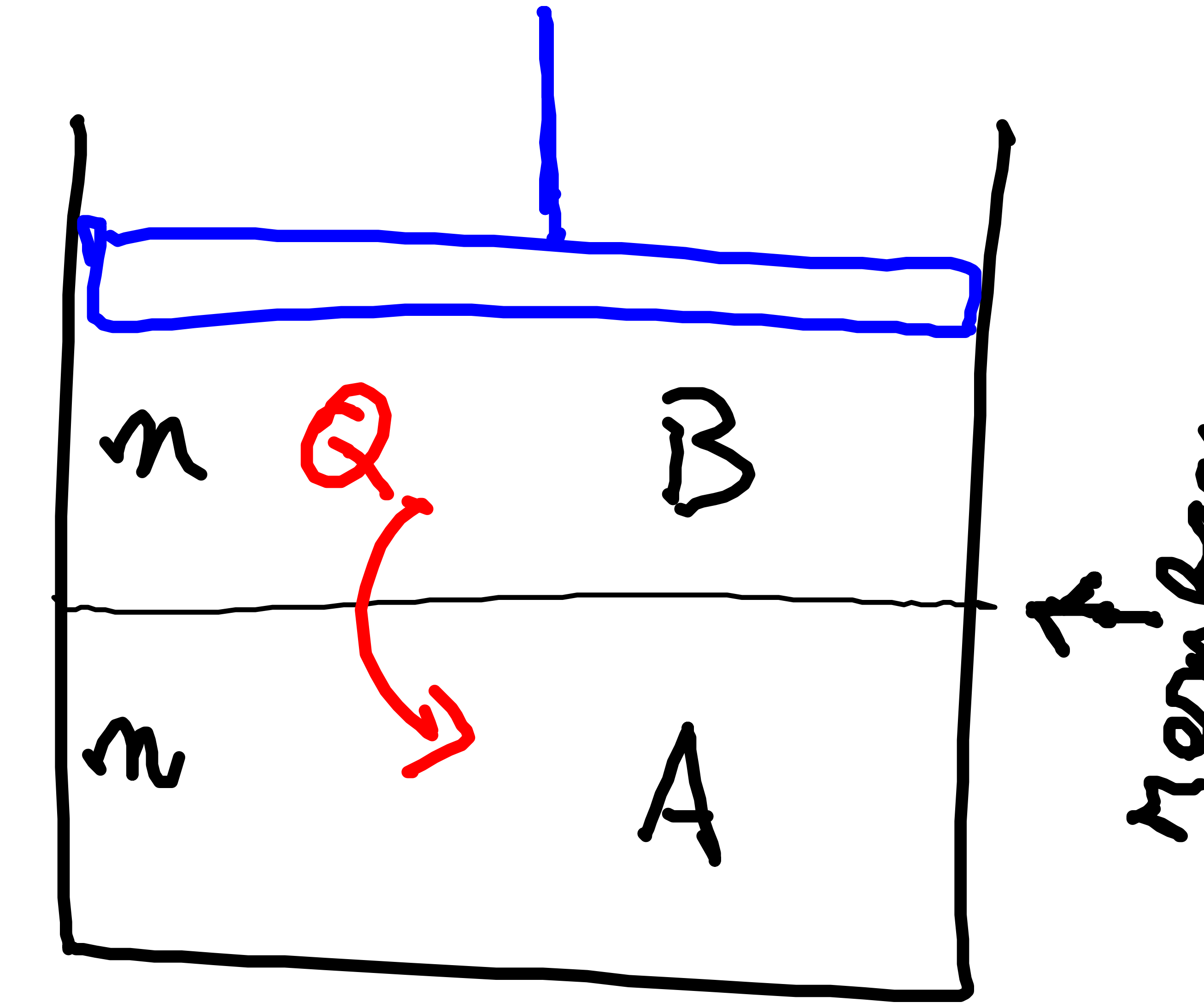
c) $Q = \Delta U + W$

$$W = \int_{\Delta l}^{2\Delta l} F\,dx = \int_{\Delta l}^{2\Delta l} kx\,dx = k\left[\frac{x^2}{2}\right]_{\Delta l}^{2\Delta l} = \frac{1}{2}k\,4\Delta l^2 - \frac{1}{2}k\Delta l^2 = \frac{3}{2}k\Delta l^2 = 120\,J$$

$$\Delta U = U_f - U_i = n c_v T_f - n c_v T_0$$

$$Q = n\frac{3}{2}R(T_f - T_0) + \frac{3}{2}k\Delta l^2 = 2.39\times10^3\,J$$

Problema III 12/6/18



Cilindro a pareti isolanti chiuso da pistone

$n = 2$ mol, gas perfetto monoatomico

$T_i = 270$ K

$V_B^f = \frac{1}{2} V_B$, $T_f = 340$ K

a) $\frac{P_B^i}{P_B^f} = ?$ b) W_{sist} c) $\Delta S = ?$

a) $P_B^i V_B = nRT_i$
$P_B^f V_B^f = nRT_f$

$$\rightarrow \frac{P_B^i V_B}{T_i} = \frac{P_B^f V_B^f}{T_f} \rightarrow \frac{P_B^i}{P_B^f} = \frac{V_B^f}{V_B}\frac{T_i}{T_f} = \frac{1}{2}\frac{T_i}{T_f} = 0.40$$

b) non ha Q $\rightarrow$ $\boxed{\Delta U = Q - W = -W}$ vale per TUTTO il sistema

$U = n c_v T$

$n = 4$

$$W = -\Delta U = U_i - U_f = n \frac{3}{2} R (T_i - T_f) = -3.5 \times 10^3 \text{ J}$$

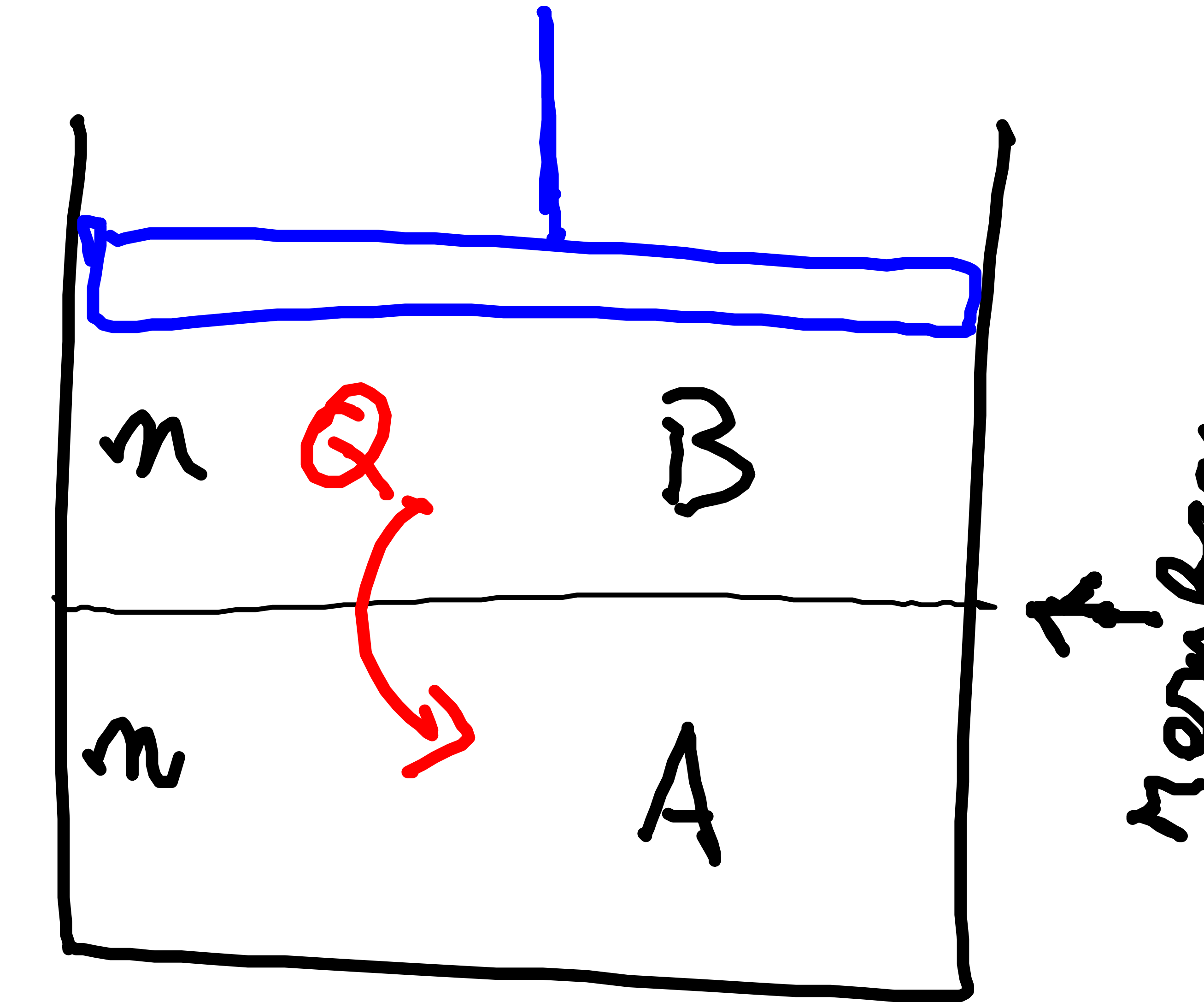
Problema III 12/6/18

Cilindro a pareti isolanti chiuso da pistone

$n = 2$ mol, gas perfetto monoatomico

$T_i = 270$ K

$V_B^f = \frac{1}{2} V_B$, $T_f = 340$ K



a) $\frac{P_B^i}{P_B^f} = ?$ b) W_{sist} c) $\Delta S = ?$

c) $\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B = \int \frac{\delta Q_A}{T_A} + \int \frac{\delta Q_B}{T_B}$

$= \int \frac{\delta Q_A}{T_A} - \int \frac{\delta Q_A}{T_A} = 0$

T è uguale per entrambi

$T_A = T_B \ \forall t$

sistema isolato

$\delta Q_A = - \delta Q_B$