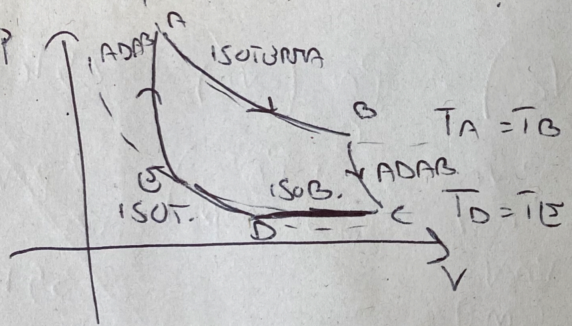
$$\left[\Delta S_{UB} = -\frac{Q_{B1}}{T_1} - \frac{Q_{BC}}{T_2} = 2.228/K \right]$$

IL CICLO IN FIGURA È COMPOSTO DA AB ISOTERMA A $T_A = T_B = 300\,K$, BC ADIABATICA CON $W_{BC} = 5J$, CD A PRESSIONE COSTANTE CON $P_C = P_D = 5\,atm$, DE ISOTERMA ed EA ADIABATICA CON $\Delta U_{EA} = 8J$

QUAL È ΔU_{CD} = ?



- ESSENDO UN CICLO $\Delta U_{TOT} = 0$

$\Rightarrow \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{DE} + \Delta U_{EA} = 0$

- NELLA ISOTERMA AB e DE NON HO VARIAZIONE DI $T \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Rightarrow \Delta U_{TOT} = 0 = \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{EA}$

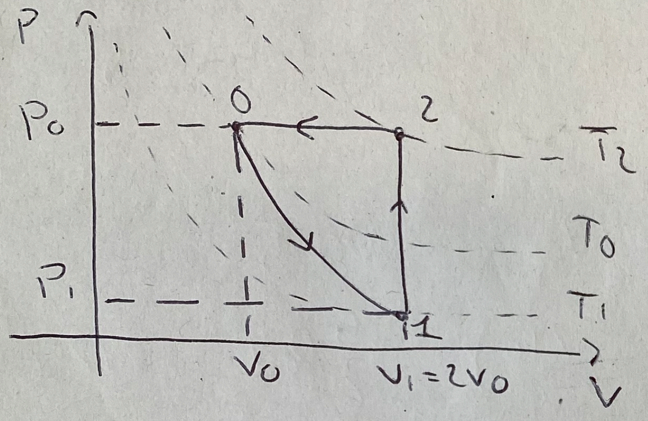
$\Rightarrow \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} = -8J$

- NELLE ADIABATICHE $Q = 0$ OVVERO $\Delta U = -W$ MA CONOSCO W_{BC} PERCIÒ $\Delta U_{BC} = -W_{BC} = -5J$

$\Rightarrow -5J + \Delta U_{CD} = -8J \Rightarrow \Delta U_{CD} = -3J$

SUBISCE LAVORO T e V diminuiscono

UN RECIPIENTE DI VOLUME $V_0 = 0{,}50 \cdot 10^{-3}\ m^3$ CONTIENE AZOTO (BIATOMICO) CALDO A $T_0 = 400\ K$ E A PRESSIONE $P_0 = 1.00 \cdot 10^6\ Pa$. L'AZOTO SUBISCE UN'ESPANSIONE ADIABATICA CHE RADDOPPIA IL VOLUME, SEGUITA DA UNA TRASFORMAZIONE ISOCORA CHE RIPORTA LA PRESSIONE AL VALORE INIZIALE. ~~[illegible]~~ INFINE UNA COMPRESSIONE ISOBARA RIPRISTINA ANCHE IL VOLUME AL VALORE INIZIALE. DETERMINA IL CALORE SCAMBIATO DAL GAS CON L'AMBIENTE E IL LAVORO FATTO SUL GAS DURANTE L'INTERO CICLO.



AZOTO BIATOMIO $\rightarrow \frac{c_p}{c_v} = \gamma = \frac{7}{5} = 1{,}4$

$V_0 = 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ m^3$

$P_0 = 1{,}00 \cdot 10^6\ Pa$

$T_0 = 400\ K$

ESPANSIONE ADIABATICA

$$P_1 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\gamma} = P_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{1,4} = P_0\,(0{,}379) = 3{,}75 \cdot 10^5\ Pa$$

$$T_1 = T_0 \frac{V_1 P_1}{V_0 P_0} = T_0 \frac{2V_0}{V_0} \frac{P_0\,(0{,}379)}{P_0} = T_0\,(0{,}758) = 303\ K$$

↑ LEGGE DEI GAS PERFETTI

$$\Delta U_{0-1} = \frac{5}{2} nR\,(T_1 - T_0)$$ → per gli inasp.

RICAVO nR DALLA LEGGE DEI GAS PERFETTI

$$V_0 P_0 = nRT_0 \Rightarrow nR = P_0 \frac{V_0}{T_0}$$

$$\Delta U_{0-1} = \frac{5}{2} P_0 \frac{V_0}{T_0} (0{,}758\,T_0 - T_0) = -303\ J$$

$Q_{0-1} = 0\ J$ PERCHE' ADIABATICA $\Rightarrow L_{0-1} = -\Delta U_{0-1} = 303\ J$

TRASFORMAZIONE ISOCORA

$V_2 = V_1 = 2V_0 \qquad p_2 = p_0$

$$\frac{T_2}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{p_1 V_1} = \frac{T_0}{p_0 V_0} \Rightarrow T_2 = \frac{T_0}{p_0 V_0} p_2 V_2 = \frac{T_0}{p_0 V_0} p_2 V_2 =$$

$$= \frac{T_0}{p_0 V_0} p_0 (2V_0) = 2T_0 = 800\,k$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{5}{2} nR (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} p_0 \frac{V_0}{T_0} (2T_0 - 0{,}758\,T_0) = 3{,}105\, p_0 V_0$$
$$= 1553\,J$$

$L_{1-2} = 0\,J$ PERCHÈ ISOCORA $\Rightarrow Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = 1553\,J$

TRASFORMAZIONE ISOBARA

$$L_{2-0} = p_0 (V_0 - V_2) = p_0 (V_0 - 2V_0) = -p_0 V_0 = -500\,J$$

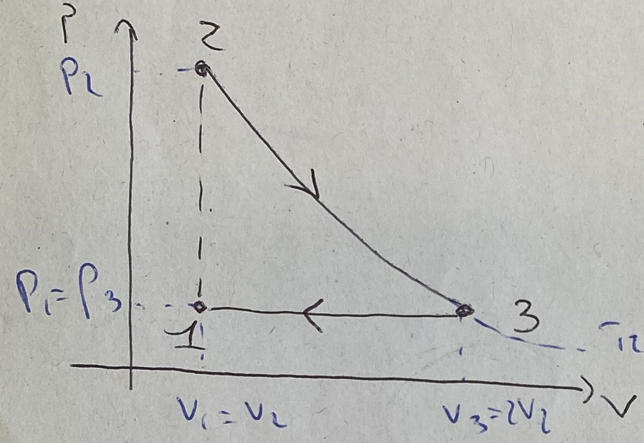
$$\Delta U_{2-0} = \frac{5}{2} nR (T_0 - T_2) = \frac{5}{2} p_0 \frac{V_0}{T_0} (T_0 - 2T_0) = -\frac{5}{2} p_0 V_0 = -1250$$

$$Q_{2-0} = L_{2-0} + \Delta U_{2-0} = -500\,J - 1250\,J = -1750\,J$$

CALORE COMPLESSIVO: $Q_{TOT} = 0\,J + 1553\,J - 1750\,J =$

$$= -197\,J$$
$$= L_{TOT}$$
$$\uparrow$$
$$\Delta U = 0\,J$$

UNA MOLE DI GAS IDEALE DESCRIVE IL CICLO IN FIGURA: 1-2 E' UN'ISOCORA IRREVERSIBILE OTTENUTA PONENDO IL GAS, INIZIALMENTE NELLO STATO 1, A CONTATTO TERMICO CON UNA SORGENTE A $T_2 = 800K$; 2-3 E' UN'ISOTERMA REVERSIBILE, 3-1 UN'ISOBARA REVERSIBILE IN CUI $V_3/V_2 = 2$. IL CALORE SPECIFICO A PRESSIONE COSTANTE DEL GAS PUO' ESSERE SCRITTO $\frac{C_p}{R} = 2 + 0{,}02T$. DETERMINA IL CALORE ASSORBITO DURANTE IL CICLO E IL RENDIMENTO



$$C_v = C_p - R = R(1 + 0.02T)$$

$$Q_{1,2} = \int_{T_1}^{T_2} C_v \, dT =$$

$$= R\left[(T_2 - T_1) + \frac{0.02}{2}(T_2^2 - T_1^2)\right]$$

$$= 43{,}23 \text{ kJ}$$

$$T_1 = T_3 \frac{V_1}{V_3} = T_2 \frac{V_2}{V_3} = 400K$$

ISOBARA

$$Q_{2,3} = RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 4{,}61 \text{ kJ}$$

$$Q_{3,1} = \int_{T_2}^{T_1} C_p \, dT = -46{,}56 \text{ kJ}$$

$$= R\left[2(T_1 - T_2) + \frac{0.02}{2}(T_1^2 - T_2^2)\right]$$

$$Q_{ASSORBITO} = Q_{1,2} + Q_{2,3} = 47{,}85 \text{ kJ}$$

$$Q_{CEDUTO} = Q_{3,2} = -46{,}56 \text{ kJ}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_C|}{|Q_A|} = 0{,}027 \sim 2.7\%$$

ALL'INTERNO DI UN CILINDRO, PERFETTAMENTE ISOLATO E MUNITO DI PISTONE MOBILE, È CONTENUTO UN GAS PERFETTO MONOATOMICO ($\gamma = 5/3$), ALLA PRESSIONE INIZIALE DI $1.5 \cdot 10^5\, Pa$. IL PISTONE VIENE SPINTO IN BASSO IN MODO DA COMPRIMERE IL GAS, CON IL RISULTATO CHE LA SUA TEMPERATURA ASSOLUTA RADDOPPIA. QUAL È LA PRESSIONE FINALE DEL GAS?

$$P_i V_i^{\gamma} = P_f V_f^{\gamma}$$

$$V_i = \frac{mRT_i}{P_i} \qquad V_f = \frac{mRT_f}{P_f}$$

$$\frac{T_i}{T_f} = \frac{1}{2} \qquad \gamma = \frac{5}{3}$$

$$P_i \left(\frac{mRT_i}{P_i}\right)^{\gamma} = P_f \left(\frac{mRT_f}{P_f}\right)^{\gamma} \Rightarrow \frac{P_f}{P_i} = \left(\frac{T_i}{T_f}\right)^{\gamma/1-\gamma}$$

$$P_f = P_i \left(\frac{T_i}{T_f}\right)^{\gamma/1-\gamma} = (1,5 \cdot 10^5\, Pa)\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5/3}{1-5/3}} = 8,49 \cdot 10^5\, Pa$$

UNA MACCHINA TERMICA PRODUCE UNA POTENZA $P=300W$ SCARICANDO IL CALORE IN UN MUCCHIO DI NEVE A 0°C. DOPO UN'ORA SI E' FUSA UNA MASSA DI NEVE $m = 13\,kg$. QUAL È IL RENDIMENTO DELLA MACCHINA?

$$\eta = \frac{|L|}{|Q_A|} = \frac{|L|}{|L| + |Q_C|}$$

Q_C è IL CALORE CEDUTO CHE SCIOGLIE LA NEVE

$$|Q_C| = L_F m = \left(3,35 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}\right)(13,0\,kg) = 4,36 \cdot 10^6\, J$$

$$|L| = P\Delta t = (300W)(3600s) = 1,08 \cdot 10^6\, J$$

$$|Q_A| = |L| + |Q_F| = 1,08 \cdot 10^6 J + 4,36 \cdot 10^6 J = 5,44 \cdot 10^6 J$$

$$\eta = \frac{1,08 \cdot 10^6 J}{5,44 \cdot 10^6 J} \sim 20\%$$