

ESEMPI DI PROBLEMI DI TERMODINAMICA

PROBLEMA 1 - IN UN CALORIMETRO SONO PRESENTI 2 LITRI DI ACQUA A 20°C . INTRODUCO IN ESSO UN PEZZO DI ALLUMINIO DA 500g ALLA TEMPERATURA DI 90°C . QUALE TEMPERATURA FINALE SEGNERÀ IL TERMOMETRO DEL CALORIMETRO?

SOLUZIONE: IL CALORIMETRO HA PARETI ADIABATICHE, DUNQUE NON PERDE CALORE VERSO L'ESTERNO: IL CALORE CEDUTO DALL'ALLUMINIO È PARI A QUELLO ASSorbito DALL'ACQUA. L'AL PERCIÒ SI RAFFREDDA DA 90°C A T_f (TEMPERATURA FINALE), L' H_2O SI RISCALDA DA 20°C A T_f . POI: CHE $Q_Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, AVRO:

$$m_{\text{AL}} \cdot c_{\text{AL}} \cdot (90^{\circ} - T_f) = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (T_f - 20^{\circ}\text{C})$$

DOVE $c_{\text{AL}} = 963 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ E $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4186 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ SONO I RISPETTIVI CALORI SPECIFICI. SOSTITUENDO AUE LETTERE I NUMERI HO L'EQUAZIONE:

$$0,5 \cdot 963 \cdot (90 - T_f) = 2 \cdot 4186 \cdot (T_f - 20)$$

DA CUI $T_f = 23,8^{\circ}\text{C}$

PROBLEMA 2 - 2 MOLE DI GAS PERFETTO SUBISCONO UNA TRASFORMAZIONE ISOTERMA DALLO STATO INIZIALE CON $P_A = 3 \text{ atm}$, $V_A = 30 \text{ LITRI}$ ALLO STATO FINALE CON $P_B = 2 \text{ atm}$. STABILIRE IL VOLUME FINALE E LA TEMPERATURA DEL GAS DURANTE LA TRASFORMAZIONE.

PER I GAS PERFETTI VALE LA LEGGE DI BOYLE, $PV = \text{cost.}$, CIOÈ:

$$P_A V_A = P_B V_B$$

SOSTITUENDO HO:

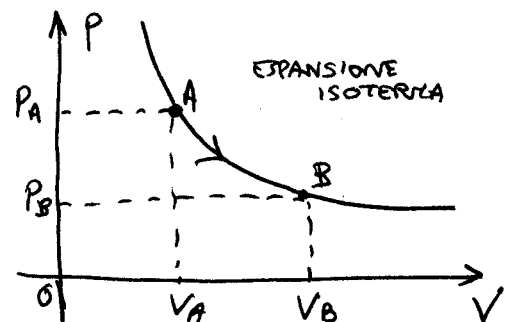
$$V_B = \frac{P_A V_A}{P_B} = \frac{3 \text{ atm} \cdot 30 \text{ LITRI}}{2 \text{ atm}} = 45 \text{ LITRI}$$

PER TROVARE LA TEMPERATURA, USO LA LEGGE DEI GAS $PV = nRT$, DONDE:

$$T = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{3 \text{ atm} \cdot 30 \text{ LITRI}}{2 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{LITRI} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 548,93 \text{ K} = 275,27^{\circ}\text{C}$$

OPPURE, SE VOGLIO LAVORARE IN UNITÀ S.I., CONVERTO $3 \text{ atm} = 303,975 \text{ Pa}$ E $30 \text{ LITRI} = 0,03 \text{ m}^3$, ED HO:

$$T = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{303,975 \text{ Pa} \cdot 0,03 \text{ m}^3}{2 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 548,93 \text{ K} = \boxed{275,27^{\circ}\text{C}}$$



PROBLEMA 3 - UNA MOLE DI GAS PERFETTO MONOATOMICO SUBISCE UNA TRASFORMAZIONE ADIABATICA DALLO STATO INIZIALE A CON $P_A = 1 \text{ bar}$, $V_A = 50 \text{ dm}^3$ ALLO STATO FINALE B CON $V_B = 12 \text{ dm}^3$. STABILIRE LA PRESSIONE FINALE DEL GAS.

PER I GAS PERFETTI, LA TRASFORMAZIONE ADIABATICA È REGOLATA DALLA LEGGE $PV^\gamma = \text{cost}$; CIOÈ:

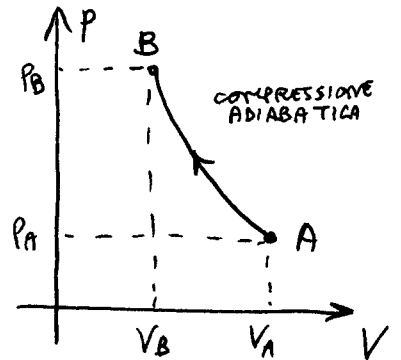
$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$$

DOVE $\gamma = C_p/C_v$. PER UN GAS PERFETTO MONOATOMICO, $C_v = \frac{3}{2}R$ E $C_p = \frac{5}{2}R$, ONDE $\gamma = \frac{5}{3}$.

NE SEGUE:

$$P_B = \frac{P_A V_A^\gamma}{V_B^\gamma} = P_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^\gamma = 1 \text{ bar} \left(\frac{50 \text{ dm}^3}{12 \text{ dm}^3}\right)^{5/3} = \boxed{10,79 \text{ bar}}$$

CIOÈ $10,79 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$) = $10,64 \text{ atm}$.



PROBLEMA 4 - UN CICLO TERMODINAMICO REALE OPERA TRA LE TEMPERATURE DI 812°C E DI 56°F . SAPEMDO CHE IL SUO RENDIMENTO DI II° PRINCIPIO È DI $0,65$ E CHE AD OGNI CICLO ASSORBE DALLA SORGENTE CALDA $50'000 \text{ J}$, QUANTO LAVORO PRODUCE PER OGNI CICLO? E IN 1000 CICLI?

SE SI TRATTASSE DI UN CICLO DI CARNOT, AVEREBBE UN RENDIMENTO $\eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$. QUESTE TEMPERATURE VANNO PERÒ ESPRESSE IN KELVIN. ESEGUO UNA CONVERSIONE:

$$T_h = 812^\circ + 273,15 = 1085,15 \text{ K}$$

$$T_c = (56 - 32) \cdot \frac{100}{180} = 13,33^\circ\text{C} = 286,48 \text{ K}$$

$$\text{DA CUI: } \eta_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 0,736$$

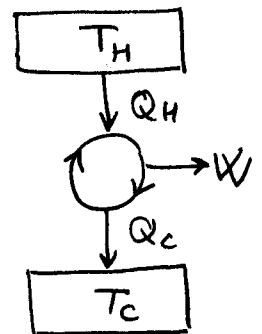
MA NON È UN CICLO IDEALE: $\eta < \eta_c$. SI SA CHE $\eta_{II} = \frac{\eta}{\eta_c}$, DA CUI:

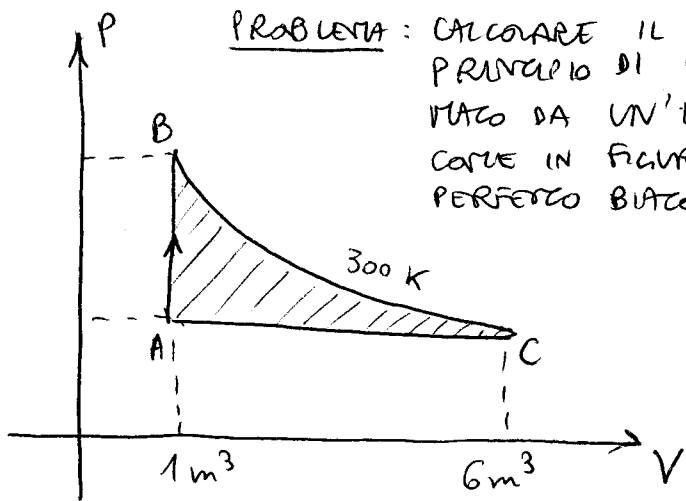
$$\eta = \eta_c \cdot \eta_{II} = 0,736 \cdot 0,65 = 0,478$$

$$\text{MA } \eta = \frac{W}{Q_h}, \text{ PER CUI AD OGNI CICLO } W = \eta \cdot Q_h = 0,478 \cdot 50'000 \text{ J} = \boxed{23'920 \text{ J/ciclo}}$$

IN 1000 CICLI SI HA:

$$W = 1000 \text{ cicli} \cdot 23'920 \text{ J/ciclo} = 2,39 \cdot 10^7 \text{ J} = \boxed{6,64 \text{ kWh}}$$





PROBLEMA: CALCOLARE IL RENDIMENTO DI PRIMO E DI SECONDO PRINCIPIO DI UN CICLO TERMODINAMICO IDEALE FORMATO DA UN'ISOCORA, UN'ISOBARA E UN'ISOCORA COME IN FIGURA, E PER CORSO DA 1 mol di GAS PERFETTO BIATOMICO.

BC È UN'ISOCORA: $\Delta U = 0$

$$Q_{BC} = W_{BC} = n R T_B \ln \frac{V_C}{V_B} = 8,314 \cdot 300 \cdot \ln 6 = 4469 \text{ J}$$

AC È UN'ISOBARA: $Q_{AC} = n c_p (T_C - T_A) = n \frac{7}{2} R (T_C - T_A) =$

$$= 3,5 \cdot 8,314 (300 - 50) = 7274,75 \text{ J}$$

T_A SI TROVA CON LA LEGGE DI CHARLES:

$$\frac{V_C}{V_A} = \frac{T_C}{T_A} \rightarrow T_A = \frac{V_A}{V_C} \cdot T_C = 50 \text{ K}$$

MENTRE $P_C = \frac{1 \cdot 8,314 \cdot 300}{6} = 415,7 \text{ Pa}$

DOMDE $W_{AC} = P \Delta V = 415,7 (6 - 1) = 2078,5 \text{ J}$

AB È UN'ISOCORA. ADORA $W_{AB} = 0$ E:

$$Q_{AB} = \Delta U = n c_v (T_B - T_A) = 1 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,314 (300 - 50) = 5196,25 \text{ J}$$

SI HA COSÌ:

$$W_{\text{ciclo}} = W_{BC} - W_{AC} = 4469 - 2078,5 \text{ J} = 2390,5 \text{ J}$$

(È L'ARMA SOTTEA DAL CICLO), MENTRE:

$$Q_{\text{ASSORBITO}} = Q_{AB} + Q_{BC} = 5196,25 + 4469 \text{ J} = 9665,25 \text{ J}$$

NE CONSEGUO CHE:

$$\eta_{\text{ciclo}} = \frac{W}{Q_1} = \frac{2390,5 \text{ J}}{9665,25 \text{ J}} = 0,247 = 24,7 \%$$

IL RENDIMENTO DI CARNOT TRA LE TEMPERATURE ESTREME DI 300 K E 50 K È:

$$\eta_C = 1 - \frac{T_A}{T_C} = 1 - \frac{50}{300} = 0,833 = 83,3 \%$$

E QUINDI IL RENDIMENTO DI 2° PRINCIPIO DEL CICLO È:

$$\eta_{II} = \frac{\eta_{\text{ciclo}}}{\eta_C} = \frac{0,247}{0,833} = 0,296 = 29,6 \%$$