

Esercitazione 22: Cicli termodinamici

- 1) Sia data una trasformazione termodinamica reversibile di un gas perfetto, tale per cui, in ogni istante vale la relazione $PV^\alpha = \text{cost}$, con α parametro costante, che lega le variabili di stato del gas. Tale trasformazione è detta politropica. Se ne determini il valore del calore specifico molare in funzione del parametro α .

$$[c_\alpha = c_v + R/(1-\alpha)]$$

- 2) Una certa quantità di gas perfetto subisce un'espansione isoterma reversibile dallo stato A ($P_A = 1 \text{ atm}$, $V_A = 20 \text{ litri}$) allo stato B ($V_B = x^2 V_A$, con $x=1.1$), quindi una compressione isobara reversibile fino ad uno stato C, e poi una trasformazione reversibile con $PV^2 = \text{costante}$, che riporta il gas nello stato A. Si calcoli il valore di V_C e il lavoro compiuto dal gas in corrispondenza dell'intera trasformazione ciclica.

$$[V_C = 22 \text{ litri}, L_{\text{TOT}} = 17.8 \text{ J}]$$

- 3) Un gas perfetto biatomico compie un ciclo motore reversibile ABCA costituito da un riscaldamento isocoro AB, un'espansione adiabatica BC ed una compressione isoterma CA che chiude il ciclo. Sapendo che $T_B/T_A = 2$, si calcoli il rendimento η del ciclo. Come varia il risultato se il gas fosse monoatomico?

$$[\eta = 1 - \ln(2)]$$

- 4) Una macchina termica contiene $n=10$ moli di gas perfetto monoatomico ed effettua, partendo da uno stato A ($P_A = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 1 \text{ m}^3$) un ciclo termodinamico reversibile composto da un'espansione adiabatica AB seguita da una compressione isobara BC e da una trasformazione isocora CA ($P_C = P_A/2$).

- Si disegni il ciclo nel piano PV, indicandone il verso di percorrenza;
- si determini il calore scambiato e il lavoro effettuato dal gas in ciascuna delle trasformazioni;
- si calcoli il rendimento η della macchina;

$$[\eta = 0.14]$$

- si confronti il rendimento calcolato al punto c) con quello di una macchina di Carnot reversibile operante fra le temperature estreme del ciclo, commentando il risultato.

$$[\eta_C = 0.5]$$

- 5) Un gas perfetto, contenuto in un recipiente termicamente isolato, viene sottoposto ad una trasformazione reversibile da uno stato A ($P_A = 1000 \text{ kPa}$, $V_A = 2 \text{ m}^3$, $T_A = 200 \text{ K}$) ad uno stato B ($P_B = 68.4 \text{ kPa}$, $V_B = 10 \text{ m}^3$, $T_B = 68.4 \text{ K}$). Successivamente, a volume costante e questa volta con scambio di calore, la pressione viene innalzata fino a raggiungere uno stato C a temperatura T_A . Infine pressione e volume vengono riportati ai valori iniziali P_A e V_A senza variare la temperatura del gas.

- Si disegni il ciclo descritto nel piano PV;
- si calcoli il numero di moli n ed il calore molare a volume costante c_v del gas che compie la trasformazione;

$$[n = 1.2 \times 10^3 \text{ mol}, c_v = (3/2)R = 12.47 \text{ J/(mol K)}]$$

- si calcoli l'efficienza ε del ciclo frigorifero ABCA.

$$[\varepsilon = 1.6]$$