

Termodinamica

Problema (sul ciclo di Carnot)

Un gas monoatomico segue un ciclo di Carnot con un rendimento pari a 0,6. Sapendo che la temperatura minima di esercizio è di 140K e che nella compressione isoterma il valore della pressione si raddoppia, calcolare il valore della temperatura massima di esercizio e il rapporto tra il volume massimo ed il volume minimo del gas che si determina.

Elaborazioni

Indichiamo con n il numero di moli di gas, R la costante dei gas perfetti, γ il coefficiente adiabatico, P , V e T rispettivamente i valori della pressione, del volume e della temperatura (espressa in Kelvin) in un qualsiasi stato fisico di equilibrio termodinamico del gas nel corso del ciclo seguito. Per quanto concerne γ , trattandosi di un gas ideale monoatomico, definito dal rapporto tra il calore specifico molare a pressione costante (C_P) ed il calore specifico molare a volume costante (C_V) risulta

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{2}R : \left(\frac{3}{2}R \right) = \frac{5}{3}$$

In figura il ciclo è $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$. Sappiamo che

- 1) $A \rightarrow B$ è un'espansione isoterma, caratterizzata dall'equazione di stato $P_A V_A = nRT_A = P_B V_B$;
- 2) $B \rightarrow C$ è un'espansione adiabatica, caratterizzata dall'equazione $P_B V_B^\gamma = \text{cost.} = P_C V_C^\gamma$;
- 3) $C \rightarrow D$ è una compressione isoterma, caratterizzata dall'equazione di stato $P_C V_C = nRT_C = P_D V_D$,

$$\text{con } T_C = 140K \text{ e } P_D = 2P_C$$

- 4) $D \rightarrow A$ è una compressione adiabatica, caratterizzata dall'equazione $P_D V_D^\gamma = \text{cost.} = P_A V_A^\gamma$.

Calcolo della temperatura massima di esercizio: T_{\max}

Ricordiamo che per un motore ideale che segue il ciclo di Carnot il rendimento η , espresso tramite i valori delle temperature estreme T_{\max} , T_{\min} di esercizio, vale

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

Nel nostro caso sappiamo che $\eta=0,6$ e che $T_{\min} = 140K$, per cui si ha

$$T_{\max} = \dots = 350K .$$

Ricerca del rapporto tra il volume massimo ed il volume minimo assunti dal gas

Per universitari

Osserviamo che nel ciclo seguito il volume massimo è assunto nello stato fisico C, mentre il volume minimo è assunto nello stato fisico A; si deve calcolare il valore del rapporto V_C/V_A . Sono necessarie diverse considerazioni per conseguire la tesi.

...