

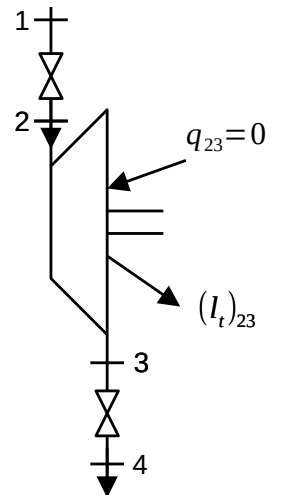
Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica Ambientale – 01.07.2025**(Ing. Civile e Ambientale, Ing. Navale)****Esercizio Termodinamica**

Una turbina ad aria, adiabatica verso l'esterno, opera in regime stazionario ed è controllata da due valvole di laminazione. Le condizioni dell'aria all'ingresso sono t_1 e p_1 , mentre le condizioni all'uscita sono t_4 e p_4 . Si conosce inoltre il valore della pressione all'uscita della turbina, p_3 , ed il valore del rendimento isoentropico di espansione η_{ie} .

Considerando l'aria un gas ideale a calori specifici costanti, $R = 0,287$ kJ/(kg K) $k=1,4$, e trascurando le variazioni di energia cinetica e potenziale, si chiede nell'ordine:

1. Si rappresenti qualitativamente il processo su un diagramma T,s evidenziando i punti 1,2,3,4 oltre al punto di fine espansione isoentropica 3_{id} ;
2. Si determinino le temperature T_2 e T_3 [K];
3. si calcoli il lavoro tecnico specifico $(l_t)_{23}$ [kJ/kg] fornito dalla turbina;
4. Si determini la temperatura T_{3id} [K] in uscita dalla turbina con espansione ideale;
5. si calcoli la pressione p_2 ;
6. Si calcoli la generazione di entropia specifica $(\Delta s_{14})_{irr}$ relativa all'intero processo 1234;

tema	t_1	t_4	p_1	p_4	p_3	η_{ie}
	(°C)	(°C)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)
A	500	200	1.1	0.1	0.15	0.92
B	480	220	1,1	0,1	0,13	0,91



Rispondere alle seguenti domande utilizzando soprattutto formule, disegni e diagrammi, riducendo l'esposizione testuale al minimo indispensabile e seguendo la traccia indicata.

1) Cicli inversi a compressione di vapore

1. rappresentare lo schema di impianto compreso di tutti i componenti
2. rappresentare le trasformazioni nei diagrammi $T-s$ e $p-h$ gli stati indicati numericamente devono corrispondere a quanto riportato nello schema richiesto dalla domanda precedente.
3. **ricavare** il coefficiente di effetto utile per ciclo frigorifero e per ciclo a pompa di calore
4. **ricavare** la relazione esistente tra coefficiente di effetto utile per ciclo frigorifero e per ciclo a pompa di calore

$$2. \quad t_2=t_1=500^{\circ}\text{C} ; \quad t_3=t_4=200^{\circ}\text{C}$$

$$3. \quad c_p=R\cdot\frac{k}{k-1}=1.0045 \quad \text{kJ}/(\text{kg K}) ; \quad (l_t)_{23}=c_p\cdot(T_2-T_3)=301,35 \quad \text{kJ/kg}$$

$$4. \quad \eta_{ie}=\frac{(T_2-T_3)}{(T_2-T_{3,id})}\Rightarrow T_{3,id}=T_2-\frac{(T_2-T_3)}{\eta_{ic}}=431,2 \quad \text{K}$$

$$5. \quad T_{3,id}=T_2\cdot\left(\frac{p_3}{p_2}\right)^{\frac{k-1}{k}}\Rightarrow p_2=p_3\cdot\left(\frac{T_2}{T_{3,id}}\right)^{\frac{k}{k-1}}=1,0203 \quad \text{Mpa}$$

$$6. \quad s_4-s_1=\frac{q_{14}}{T_{amb}}+\Delta s_{irr}; q_{14}=0 ; \quad \Delta s_{irr}=s_4-s_1=c_p\cdot\ln\left(\frac{T_4}{T_1}\right)-R\cdot\ln\left(\frac{p_4}{p_1}\right)=0,1949 \quad \text{kJ}/(\text{kg K})$$