

Cognome Nome..... Matricola.....

Prova scritta di Fisica Tecnica – 13.02.2024
(Ing. Civile e Ambientale, Ing. Navale)

Termodinamica

Esercizio 1

Per espandere adiabaticamente una portata di aria dalla condizione caratterizzata dalla temperatura t_e e pressione p_e alla pressione p_u si può utilizzare o una turbina con rendimento isoentropico di espansione η_{ie} o una valvola di laminazione. Nell'ipotesi che si possa considerare l'aria un gas a comportamento ideale a calori specifici caratteristici costanti, e che le variazioni di energia cinetica e potenziale siano trascurabili, si determinino:

1. L'andamento delle trasformazioni in un diagramma T-s;
2. Il calore specifico a pressione costante c_p dell'aria;
3. la temperatura $t_{u,l}$ [$^{\circ}$ C], il volume specifico $v_{u,l}$ [m^3/kg] e la variazione di entropia $\Delta s_{eu,l}$ nel caso di espansione nella valvola di laminazione;
4. la temperatura $(T_{u,t})_{rev}$ [K] nel caso di espansione reversibile in turbina;
5. la temperatura $T_{u,t}$ [K], il lavoro tecnico specifico L_{eu} [kJ/kg] e la variazione di entropia specifica $\Delta s_{eu,t}$ nel caso di espansione irreversibile in turbina.

Tema	R kJ/(kg K)	k	η_{ie}	p_e Mpa	t_e $^{\circ}$ C	p_u / p_e
A	0.287	1.4	0.8	0.5	15	0.5
B	0.287	1.4	0.85	0.4	12	0.6

Domande di Teoria

1) Aria Umida

1. definire l'umidità specifica o assoluta
2. ricavare la formula che lega l'umidità specifica alle pressioni parziali di aria e vapore
3. definire l'umidità relativa
4. ricavare la formula che lega l'umidità relativa con le pressioni parziali del vapore e riscrivere la relazione che lega l'umidità specifica alle pressioni parziali
5. definire l'entalpia specifica
6. ricavare la relazione per il calcolo dell'entalpia in funzione di temperatura e umidità specifica

risultati: tema A (tema B)

domanda 2.

$$c_p = \frac{k}{k-1} \cdot R = 1,0045 (1,0045) \text{ kgJ/(kg K)}$$

domanda 3.

$$T_u = T_e = 288,15 (285,15) \text{ K}$$

$$v_u = \frac{R_u \cdot T_u}{p_u} = 0,3308 (0,3410) \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\Delta s_{eu} = c_p \cdot \ln\left(\frac{T_u}{T_e}\right) - R \cdot \ln\left(\frac{p_u}{p_e}\right) = 0,1989 (0,1466) \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

domanda 4.

$$(T_u)_{id} = T_e \cdot \left(\frac{p_u}{p_e}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 236,38 (246,43) \text{ K}$$

$$T_u = T_e - (T_e - T_u) \cdot \eta_{ie} = 246,73 (252,24) \text{ K}$$

$$L_{eu} = c_p \cdot (T_e - T_u) = 41,6 (33,06) \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta s_{eu} = c_p \cdot \ln\left(\frac{T_u}{T_e}\right) - R \cdot \ln\left(\frac{p_u}{p_e}\right) = 0,0431 (0,0234) \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$