

**Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 25.01.2011  
 ( Ing. Civile)**

**Esercizio 1**

In un ciclo Rankine a vapore saturo una portata  $\dot{m}_v$  di vapore saturo secco entra in turbina alla pressione  $p_3$  e si espande adiabaticamente con rendimento isoentropico espansione fino alla pressione  $p_4$  fornendo la potenza tecnica  $\dot{L}_{34}$ . La pompa all'uscita del condensatore aspira il liquido saturo alla pressione  $p_1 = p_4$  e lo comprime sino alla pressione  $p_2 = p_3$ . In queste condizioni ed utilizzando la tabella allegata si ricavi:

1. l'andamento del ciclo in un diagramma  $T-s$  ed  $h-s$ ;
2. l'entalpia  $h_3$  e l'entropia  $s_3$  in ingresso alla turbina ;
3. il titolo  $x_4'$  e l'entalpia  $h_4'$  del vapore all'uscita dalla turbina per espansione ideale;
4. l'entalpia all'uscita dalla turbina  $h_4$ ;
5. l'entalpia del liquido all'uscita della pompa  $h_2$  ;
6. il rendimento del ciclo  $\eta_i$  ;
7. il flusso termico ceduto dal condensatore  $\dot{Q}_{41}$  .

	$p_3$	$p_4$	$\eta_{ie}$	$\dot{L}_{34}$
Tema	(kPa)	(kPa)	(-)	(MW)
A	5000	15	0,80	10
B	4000	20	0,85	8

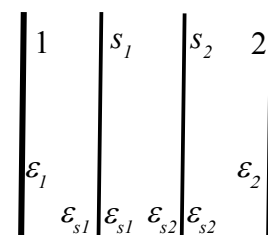
$p$	$t$	$v_l$	$v_v$	$h_l$	$h_v$	$s_l$	$s_v$
MPa	°C	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg K)	kJ/(kg K)
0,015	54,00	0,0010140	10,0221	226,0	2599,2	0,7549	8,0093
0,020	60,09	0,0010172	7,6492	251,5	2609,9	0,8321	7,9094
0,025	64,99	0,0010199	6,2040	272,0	2618,3	0,8933	7,8323
3,000	233,84	0,0012163	0,066632	1008,3	2802,3	2,6455	6,1838
4,000	250,33	0,0012521	0,049749	1087,4	2800,3	2,7965	6,0685
5,000	263,92	0,0012858	0,039425	1154,5	2794,2	2,9207	5,9735
6,000	275,56	0,0013187	0,032433	1213,7	2785,0	3,0274	5,8907

**Esercizio 2**

Due superfici piane parallele indefinite con emissività  $\epsilon_1$  ed  $\epsilon_2$ , sono mantenute alla temperatura  $t_1$  e  $t_2$ . Tra le due superfici vengono posti due schermi piani indefiniti con emissività  $\epsilon_{s1}$  ed  $\epsilon_{s2}$  su entrambe le facce. In queste condizioni si chiede di determinare:

1. il flusso termico specifico  $q''_{ss}$  scambiato tra le due superfici senza schermi alla radiazione;
2. il flusso termico specifico  $q''_{CS}$  scambiato in presenza degli schermi alla radiazione;
3. la temperatura degli schermi  $t_{s1}$  e  $t_{s2}$ .

Tema	$t_1$	$t_2$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$
	°C	°C	-	-	-	-
A	80	20	0,9	0,85	0,5	0,4
B	70	30	0,8	0,85	0,4	0,3



## Esercizio 1

$$h_3 = 2794,2 \text{ kJ/kg}; \quad s_3 = 5,974 \text{ kJ/(kg K)}; \quad s_l = 0,755 \text{ kJ/(kg K)}; \quad s_v = 8,009 \text{ kJ/(kg K)};$$

$$h_l = 226,0 \text{ kJ/kg}; \quad h_v = 2599,0 \text{ kJ/kg}$$

$$s_4 = s_3$$

$$(x_4)_{id} = \frac{(s_4 - s_l)}{(s_v - s_l)} = 0,719$$

$$h_{4id} = h_l \cdot (1 - (x_4)_{id}) + h_v \cdot (x_4)_{id}$$

$$h_4 = h_3 - \eta_{ie} \cdot (h_3 - h_{4id})$$

$$x_4 = \frac{(h_4 - h_l)}{(h_v - h_l)} = 0,792$$

$$h_2 = h_1 + (p_3 - p_4) \cdot v_1 = 231,054 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{(h_4 - h_1)}{(h_3 - h_2)} = 0,2668$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{L}_{34}}{(h_3 - h_4)} = 14,52 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q}_{41} = \dot{m} \cdot (h_1 - h_4) = -2,729 \cdot 10^4 \text{ kW}$$

## Esercizio 2

$$T_{1} = 353,15 \text{ "K"}$$

$$T_{2} = 293,15 \text{ "K"}$$

$$R_{ns} = \frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 = 1,266 \text{ (m}^2 \text{ K}^4) / \text{W}$$

$$q_{ns} = \frac{\sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{R_{ns}} = 259,72 \text{ W/m}^2$$

$$R_{1s1} = \frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_{s1}} - 1 = 2,11 \text{ (m}^2 \text{ K}^4) / \text{W}$$

$$R_{s1s2} = \frac{1}{\epsilon_{s1}} + \frac{1}{\epsilon_{s2}} - 1 = 3,50 \text{ (m}^2 \text{ K}^4) / \text{W}$$

$$R_{s2-2} = \frac{1}{\epsilon_{s2}} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1 = 2,68 \text{ (m}^2 \text{ K}^4) / \text{W}$$

$$R_{tot} = R_{1s1} + R_{s1s2} + R_{s2-2} = 8,29 \text{ (m}^2 \text{ K}^4) / \text{W}$$

$$q = \frac{\sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{R_{tot}} = 55,89 \text{ W/m}^2$$

$$T_{s1} = \left[ T_1^4 - \frac{R_{1s1}}{R_{tot}} \cdot (T_1^4 - T_2^4) \right]^{\frac{1}{4}} = 340,70 \text{ K}$$

$$T_{s2} = \left[ T_1^4 - \frac{R_{s1s2}}{R_{tot}} \cdot (T_1^4 - T_2^4) \right]^{\frac{1}{4}} = 316,41 \text{ K}$$