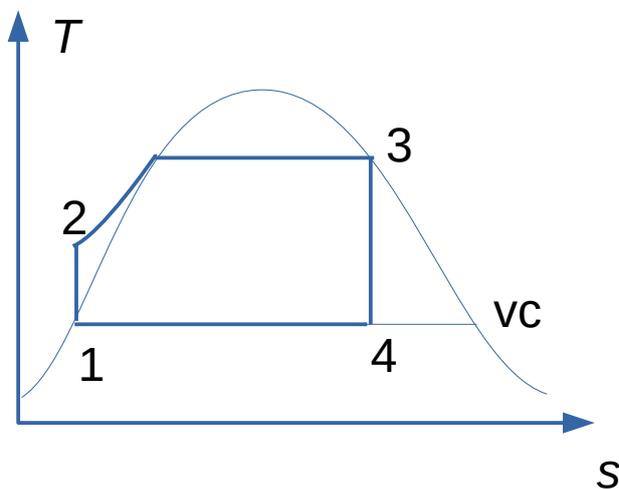


Termodinamica

Domanda 1

un ciclo Rankine a vapore saturo lavora tra la temperatura di condensazione $t_c=29\text{ }^\circ\text{C}$ e quella di evaporazione $t_e=284\text{ }^\circ\text{C}$. L'acqua entra nella pompa nello stato 1 di liquido saturo ed esce dalla caldaia nello stato 3 di vapore saturo secco. Il vapore in turbina viene fatto espandere isoentropicamente sino allo stato 4. Si chiede di:

t	p	v_l	v_v	h_l	h_v	s_l	s_v
$^\circ\text{C}$	MPa	m^3/kg	m^3/kg	kJ/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/(\text{kg K})$	$\text{kJ}/(\text{kg K})$
29	0,004009	0,001004	34,72	121,55	2553,7	0,42294	8,473
284	6,813	0,001346	0,02822	1257,9	2775	3,105	5,828



$$x_4 = \frac{s_4 - s_1}{s_{vc} - s_1} = \frac{5,828 - 0,42294}{8,473 - 0,42294} = 0,6715$$

Domanda 2

$$h_4 = h_1 \cdot (1 - x_4) + h_{vc} \cdot x_4 = 1754,8 \text{ kJ/kg}$$

Domanda 3

$$|l_{12}| = v_1 \cdot (p_2 - p_1) = 0,001004 \cdot (6,813 \cdot 10^3 - 0,004009 \cdot 10^3) = 6,837 \text{ kJ/kg}$$

Domanda 4

$$h_2 = h_1 + |l_{12}| = 121,55 + 6,837 = 128,39 \text{ kJ/kg}$$

Domanda 5

$$\eta = \frac{h_3 - h_4 - |l_{12}|}{h_3 - h_2} = \frac{2775 - 128,39 - 6,837}{2775 - 128,39} = 0,3829$$

Domanda 6

$$\dot{m}_v = \frac{\dot{L}_{34}}{(h_3 - h_4)} = \frac{42 \cdot 10^3}{2775 - 1754,8} = 41,168 \text{ kg/s}$$

Domanda 7

$$|\dot{Q}_{41}| = \dot{m} \cdot (h_4 - h_1) = 41,168 \cdot (1754,8 - 121,55) = 67237,6 \text{ kJ/kg}$$

Domanda 8

$$\dot{m}_w = \frac{|\dot{Q}_{41}|}{c_i \cdot \Delta t_w} = \frac{67247,6}{4,187 \cdot 4,1} = 3916,7 \text{ kg/s}$$

Trasmissione del Calore

Domanda 1

Una tubazione orizzontale molto lunga di diametro $D = 0,24 \text{ m}$, emissività superficiale $\varepsilon = 0,89$ e temperatura superficiale $t_s = 118 \text{ °C}$ è posta in un ambiente di grandi dimensioni.

L'aria dell'ambiente è alla temperatura $t_a = 16 \text{ °C}$, mentre le superfici interne dell'ambiente sono alla temperatura $t_p = 17,00 \text{ °C}$

le proprietà del fluido sono ricavabili dalla tabella seguente:

ρ	c_p	k	μ
kg/m ³	J/(kg K)	W/(m K)	kg/(m s)
1,193	1007	0,0258	1,81 E-5

in queste condizioni si chiede di determinare:

il coefficiente di espansione volumetrico dell'aria β ;

$$t_m = \frac{t_a + t_s}{2} = 67 \text{ °C} \quad \beta = \frac{1}{T_m} = 0,00294 \frac{1}{\text{K}}$$

Domanda 2

determinare il numero di Grashof Gr;

$$\text{Gr} = \frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2 \cdot D^3 \cdot (t_s - t_a)}{\mu^2} = 1,76667 \cdot 10^8$$

Domanda 3

il numero di Prandtl Pr

$$\text{Pr} = \frac{c_p \cdot \mu}{k} = 0,065$$

Domanda 4

calcolare il numero di Nusselt Nu utilizzando la seguente correlazione;

$$\text{Ra} = \text{Gr} \cdot \text{Pr} = 1,2482 \cdot 10^8$$

$$\text{Nu} = 0,53 \cdot \text{Ra}^{\frac{1}{4}} = 56,02$$

Domanda 5

calcolare il coefficiente di scambio termico convettivo h_c ;

$$h_c = \frac{\text{Nu} \cdot k}{D} = 6,022 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Domanda 6

calcolare il flusso termico convettivo per unità di lunghezza q'_c scambiato con l'aria ambiente

$$q'_c = \pi \cdot D \cdot h_c \cdot (t_s - t_a) = 463,13 \text{ W/m}$$

Domanda 7

calcolare il flusso termico radiativo per unità di lunghezza scambiato dal tubo con le pareti dell'ambiente q'_r

$$q'_r = \pi \cdot D \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_p^4) = \pi \cdot 0,24 \cdot 0,89 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot [(118 + 273,15)^4 - (17 + 273,15)^4] = 620,99 \text{ W/m}$$

Domanda 8

calcolare il flusso termico per unità di lunghezza totale q'_{tot}

$$q'_{tot} = q'_c + q'_r = 1084,12 \text{ W/m}$$