

COGNOME

NOME

MATRICOLA

FIRMA

Esercizio 1

Una parete piana indefinitamente estesa lungo due direzioni spaziali ha una faccia adiabatica e l'altra lambita da un fluido a $T_\infty = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ($h = 35 \text{ W/m}^2\text{K}$). La parete ha spessore $s = 45 \text{ mm}$, è omogenea ed isotropa con conducibilità costante $k = 10 \text{ W/mK}$ ed è sede di una generazione distribuita di potenza $Q''' = 10^4 \text{ W/m}^3$.

Ipotizzando di essere in condizioni stazionarie, determinare la temperatura T_P della faccia lambita dal fluido e indicare in che punto della parete si ha la temperatura massima raggiunta dalla stessa.

Esercizio 2

Una turbina a gas avente rendimento isoentropico $\eta_{isT} = 0.8$ espande adiabaticamente una portata $M^\circ = 15 \text{ kg/s}$ di un gas perfetto poliatomico non lineare ($MM = 27 \text{ kg/kmol}$) dalle condizioni iniziali $P_1 = 2 \text{ MPa}$, $T_1 = 750 \text{ }^\circ\text{C}$ con rapporto di espansione 0.2. Ipotizzando di essere in condizioni stazionarie, calcolare la potenza meccanica L° fornita dalla turbina.

Esercizio 3

In un sistema chiuso e adiabatico si miscelano, alla pressione costante $P = 3 \text{ bar}$, una massa $M_1 = 4 \text{ kg}$, di acqua liquida alla temperatura di $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ed una massa $M_2 = 1,5 \text{ kg}$ vapor d'acqua saturo ($x=1$).

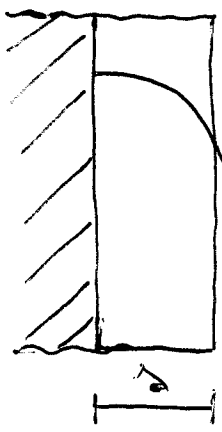
Si determini lo stato finale della miscela, in particolare:

- Entalpia e temperatura finale;
- Eventuale titolo, specificando le masse di liquido e di vapore presenti nella miscela;
- Variazione entropica relativa al processo.

Acqua satura: tabella in pressione

Press. p MPa	Temp. sat. T_{sat} $^\circ\text{C}$	Volume specifico m^3/kg		Energia interna kJ/kg			Entalpia kJ/kg			Entropia $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$		
		Liquido sat. v_f	Vapore sat. v_g	Liquido sat. u_f	Evap. u_{fg}	Vapore sat. u_g	Liquido sat. h_f	Evap. h_{fg}	Vapore sat. h_g	Liquido sat. s_f	Evap. s_{fg}	Vapore sat. s_g
0.100	99.63	0.001043	1.6940	417.36	2088.7	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	6.0568	7.3594
0.125	105.99	0.001048	1.3749	444.19	2069.3	2513.5	444.32	2241.0	2685.4	1.3740	5.9104	7.2844
0.150	111.37	0.001053	1.1593	466.94	2052.7	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	5.7897	7.2233
0.175	116.06	0.001057	1.0036	486.80	2038.1	2524.9	486.99	2213.6	2700.6	1.4849	5.6868	7.1717
0.200	120.23	0.001061	0.8857	504.49	2025.0	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	5.5970	7.1271
0.225	124.00	0.001064	0.7933	520.47	2013.1	2533.6	520.72	2191.3	2712.1	1.5706	5.5173	7.0878
0.250	127.44	0.001067	0.7187	535.10	2002.1	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	5.4455	7.0527
0.275	130.60	0.001070	0.6573	548.59	1991.9	2540.5	548.89	2172.4	2721.3	1.6408	5.3801	7.0209
0.300	133.55	0.001073	0.6058	561.15	1982.4	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	5.3201	6.9919
0.325	136.30	0.001076	0.5620	572.90	1973.5	2546.4	573.25	2155.8	2729.0	1.7006	5.2646	6.9652
0.350	138.88	0.001079	0.5243	583.95	1965.0	2548.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	5.2130	6.9405
0.375	141.32	0.001081	0.4914	594.40	1956.9	2551.3	594.81	2140.8	2735.6	1.7528	5.1647	6.9175
0.40	143.63	0.001084	0.4625	604.31	1949.3	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	5.1193	6.8959
0.45	147.93	0.001088	0.4140	622.77	1934.9	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	5.0359	6.8565
0.50	151.86	0.001093	0.3749	639.68	1921.6	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	4.9606	6.8213

ESERCIZIO 1



$$h = 35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

$$\delta = 45 \text{ mm}$$

$$k = 10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$\dot{Q}''' = 10^4 \frac{\text{W}}{\text{m}^3}$$

$$T_{\infty} = 25^{\circ}\text{C}$$

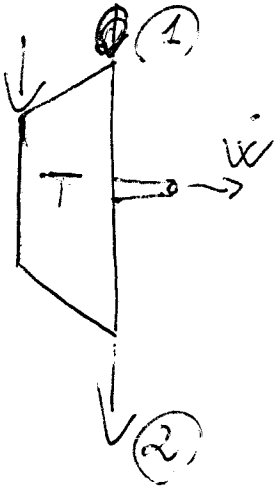
$$\dot{Q}'' = q = \dot{Q}''' \cdot \delta \quad q = 10^4 \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 450 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

In condizioni stazionarie tutto il flusso termico è disperso per convezione

$$q = h(T_p - T_{\infty}) \rightarrow T_p = T_{\infty} + \frac{q}{h}$$

$$T_p = 25 + \frac{450}{35} = 37,85^{\circ}\text{C}$$

ESERCIZIO 2



$$\dot{m} = 15 \text{ kg/s} \quad c_v = 3R \quad c_p = 4R$$

$$\dot{m} = 27 \text{ kg/s}$$

$$P_1 = 2 \text{ MPa} \quad T_1 = 750^{\circ}\text{C} = 1023,15 \text{ K}$$

$$\beta = 0,2$$

$$\beta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_2 = \beta \cdot P_1$$

$$P_2 = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ MPa}$$

$$\eta = 0,8$$

$$v_{is}$$

$$c_v^* = 3R^*$$

$$c_v^* = 3 \cdot \frac{8314,5}{27} = 923,834 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$c_p^* = 4 \cdot \frac{8314,5}{27} = 1231,778 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v} = 1,333$$

$$P_1^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} T_1 = P_2^{\frac{1-\kappa}{\kappa}} T_2 \quad T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\kappa}{\kappa}}$$

$$T_2 = T_1 \beta^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \quad T_2 = 1023,15 \cdot 0,2^{\frac{1,333-1}{1,333}} = 684,428 \text{ K}$$

$$\approx 411,278 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{W}_{id} = -\dot{m} c_p^* (T_2 - T_1) \quad \dot{W}_{id} = 15 \cdot 1231,778 (750 - 411,278) =$$

$$\approx 6,258454616 \cdot 10^6 \text{ W}$$

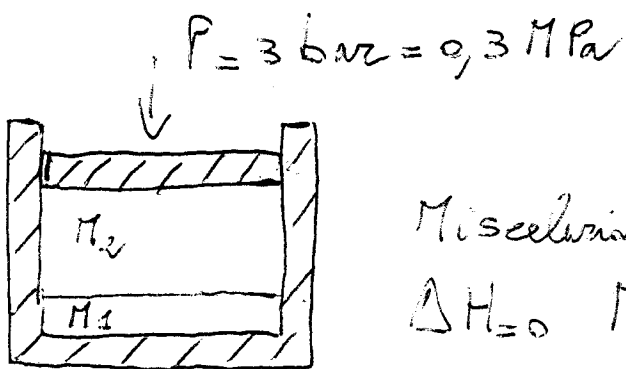
$$\approx 6,26 \text{ MW}$$

$$\eta = \frac{\dot{W}}{\dot{W}_{id}} \rightarrow \dot{W} = \dot{W}_{id} \cdot \eta$$

$$\dot{W} = 6,258454616 \cdot 10^6 \cdot 0,8 = 5,00676369 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$\approx 5 \text{ MW}$$

ESERCIZIO 3



$$P = 3 \text{ bar} = 0,3 \text{ MPa}$$

$$M_1 = 4 \text{ kg H}_2\text{O liquido } T_1 = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$M_2 = 1,5 \text{ kg vapore } x = 1$$

Miscelazione adiabatica ed isobara $h_1 = h_2$

$$\Delta H = 0 \quad M_1 h_{L1}^* + M_2 h_{VS}^* = (M_1 + M_2) h_f^*$$

$$h_f^* = \frac{M_1 h_{L1}^* + M_2 h_{VS}^*}{M_1 + M_2}$$

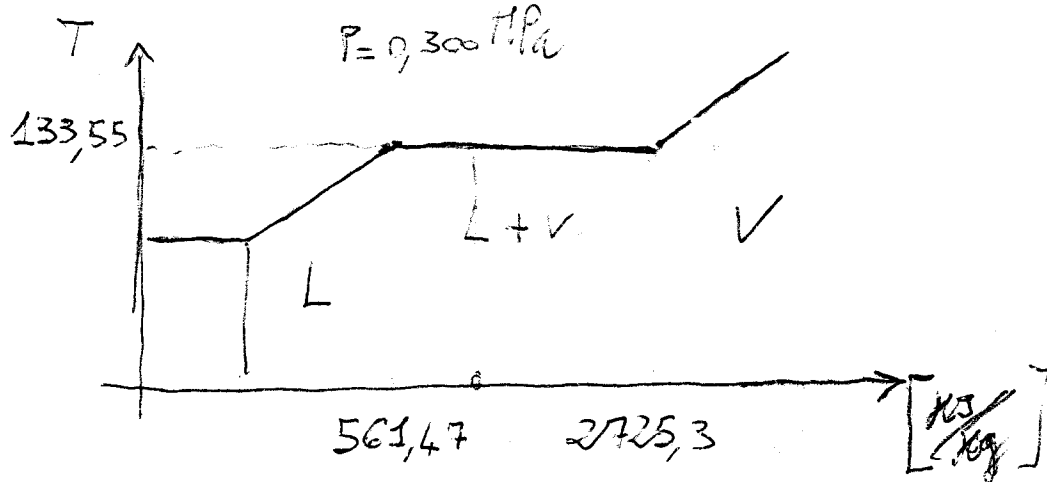
$$h_{L1}^* = 4,1808 \cdot 80 = 334,944 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{VS}^* = 2725,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ DA TABELLA}$$

$$h_f^* = \frac{4 \cdot 334,944 + 1,5 \cdot 2725,3}{5,5} = 986,860 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{LS}^* < h_f^* < h_{VS}^* \Rightarrow \text{MISCELA L+V a } T = T_{SAT}(0,3 \text{ MPa})$$

$$T_{MISCELA} = 133,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$h_f^* = (1-x)h_{LS}^* + xh_{VS}^* \quad x = \frac{h_f^* - h_{LS}^*}{h_{VS}^* - h_{LS}^*} \quad x = \frac{986,866 - 561,47}{2725,3 - 561,47} = 0,1966$$

$$M_V = x \cdot M_{TOT} \quad M_V = 0,1966 \cdot 5,5 = 1,0813 \text{ kg VAPORE}$$

$$M_L = M_{TOT} - M_V \quad M_L = 5,5 - 1,0813 = 4,4187 \text{ kg LIQUIDO}$$

$$\Delta S = S_f - S_i = M_{TOT} \cdot \delta_f^* - [M_L \delta_{iL}^* + M_V \delta_{iV}^*]$$

$$\text{dalle tabelle } \delta_{LS}^* = 1,6718 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \quad \delta_{VS}^* = 6,9919 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\delta_f^* = (1-x)\delta_{LS}^* + x\delta_{VS}^* \quad \delta_f^* = (1-0,1966) \cdot 1,6718 + 0,1966 \cdot 6,9919 = 2,7177 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\delta_{iL}^* = 4,1868 \cdot \ln \frac{273,15 + 80}{273,15} = 1,07547 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\delta_{iV}^* = \delta_{VS}^* = 6,9919 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$\Delta S_{TOT} = 5,5 \cdot 2,7177 - [4 \cdot 1,07547 + 1,5 \cdot 6,9919] = 0,15762 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$