



POLITECNICO
MILANO 1863

TUTORATO 10

Esercizi vari da temi d'esame e dispense

([link registrazione](#))

Corso di Fisica Tecnica 2019-2020

Francesco Lombardi

Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 1

Problema 1 (10 punti).

In un impianto operante secondo un ciclo Rankine, l'acqua è caratterizzata dai seguenti stati termodinamici in ingresso ai principali componenti:

- pompa: $P_1 = 0,025 \text{ bar}$;
- generatore di vapore: $P_2 = 100 \text{ bar}$; $h_2 = 105 \text{ kJ/kg}$
- turbina: $T_3 = 550^\circ\text{C}$;
- condensatore: $P_4 = P_1$; $x_4 = 0,9$

Si richiede di:

- Determinare entalpia ed entropia di tutti i punti del ciclo termodinamico (inserire tabella), e rappresentare dunque qualitativamente il ciclo nel piano T-s.
- Calcolare il rendimento isentropico di espansione in turbina= _____
- Determinare il rendimento termodinamico del ciclo= _____
- Determinare il rendimento della macchina termodinamica ideale e il rendimento di secondo principio del sistema (i serbatoi termici caldo e freddo sono rispettivamente a temperatura di $T_C = 600^\circ\text{C}$ e $T_F = 15^\circ\text{C}$).

Rend macch TD ideale= _____

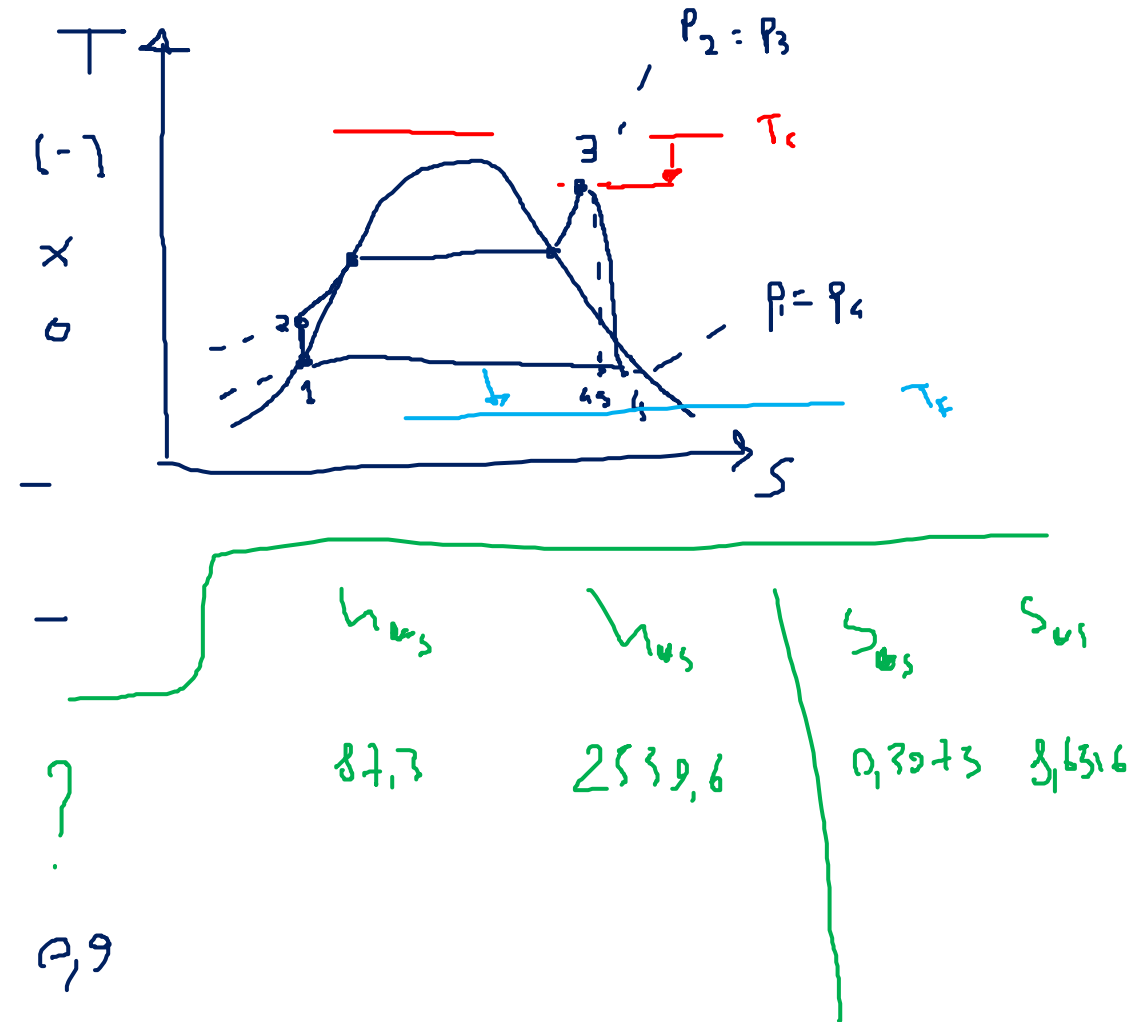
Rend secondo principio= _____



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 1

	[°C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kgK]
	T	p	h	s
1	20,1°C	0,025	87,3	0,3075
2		100	105	0,3075
3	550	100	3478,7	6,7504
4s		0,025	1710,1	6,7504
4		0,025	2294,1	7,8171



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 1

$$x_h = \frac{h_h - h_{hs}}{h_{vs} - h_{hs}} \Rightarrow h_h = \underline{x_h} (\underbrace{h_{vs}} - \underbrace{h_{hs}}) + \underbrace{h_{hs}}$$
$$= 0,9 (2539,6 - 87,3) + 87,3 = \boxed{\frac{2294,4}{\text{kJ/kg}}}$$

$s_h =$ stato proceli mento



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 1

$$X_{hs} \neq X_h, \quad \underline{MA} \quad X_{hs} = \frac{S_{hs} - S_{Ls}}{S_{vs} - S_{Ls}} = 0,77$$

$$\hookrightarrow h_{hs} = \underline{X_{hs}} (h_{vs} - h_{Ls}) + h_{Ls} = 1980,8 \quad \text{kJ/kg}$$

$$b) \quad \eta_{iso,T} = \frac{h_4 - h_3}{h_{hs} - h_3} < 1 = 0,793$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 1

$$c) \quad \eta_{cicl} = \frac{\dot{E}_{out}}{\dot{E}_{spese}} = \frac{\dot{L}_{out}}{\dot{Q}_{in}} = \frac{\dot{m}(h_3 - h_4)}{\dot{m}(h_3 - h_2)} = 0,355$$

(η_I)

$$d) \quad \eta_{id} = 1 - \frac{T_F}{T_c} = 0,670 ;$$

$$\eta_{II} = \eta_I / \eta_{id} = 0,530$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 2

Esercizio 2. (10 punti)

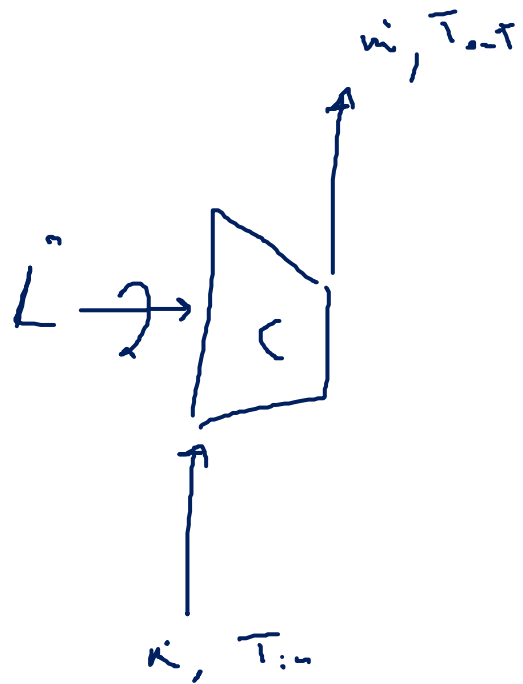
Un compressore opera secondo una trasformazione adiabatica irreversibile, che può essere assimilata a una politropica di indice n , assorbendo un lavoro per unità di massa pari a 300 kJ/kg . Nel compressore entra una portata di 10 kg/s di aria ($R^* = 287 \text{ J/kgK}$, $k = 1.4$) a una temperatura di 20°C . La compressione è caratterizzata da un rapporto manometrico di compressione pari a 6. Trascurando le variazioni di energia cinetica e potenziale, si richiede di determinare:

- a. La temperatura di fine compressione raggiunta dall'aria= _____
- b. L'esponente n della trasformazione politropica= _____
- c. La potenza dissipata per attrito durante il processo= _____
- d. La produzione complessiva di entropia generata per irreversibilità= _____



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 2



Dati:

$$\dot{Q} = \dot{Q} \quad , \quad PV^n = \text{cost}$$

$$R^* = 287 \text{ J/kgK} \quad , \quad k = 1.4$$

$$T_{in} = 293.15 \text{ K}$$

$$V_1 = 6$$

$$c_p = 300 \text{ J/kgK}$$

$$\dot{m} = 10 \text{ kg/s}$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 2

$$a) \quad l_c \stackrel{\text{G.P}}{=} C_r (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$T_2 = \frac{l_c}{C_r} + T_1$$

$$k = \frac{C_r}{C_v} ; \quad \left\{ \begin{array}{l} C = R^* + C_v \\ \frac{7}{2} R^* = \frac{2}{2} R^* + \frac{5}{2} R^* \end{array} \right.$$

$$\rightarrow k = \frac{R^*}{C_v} + 1$$

$$C_v = \frac{R^*}{k-1} = 717 \text{ J/kg K}$$

$$C_r = k \cdot C_v = 1004,5 \text{ J/kg K}$$

$$T_2 = 391,81 \text{ K} = 318,66^\circ \text{C}$$



Esercizio 2

b) $PV^n = \text{const.} \rightarrow P \cdot T^{\frac{1}{1-n}} = \text{const.}$

$$P_1 T_1^{\frac{1}{1-n}} = P_2 T_2^{\frac{1}{1-n}} \rightarrow \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = r = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{n}{n-1}}$$

$$\ln(v_r) = \frac{n}{n-1} \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) \rightarrow \frac{\ln(T_2/T_1)}{\ln(v_r)} = \frac{n-1}{n}$$

$$\rightarrow \frac{1}{n} = 1 - \frac{\ln(T_2/T_1)}{\ln(V_P)} \rightarrow n = \frac{1}{1 - \frac{\ln(T_2/T_1)}{\ln(V_P)}} = 1,644$$

Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 2

$$\begin{aligned} c) \quad \dot{Q}_{\text{disp, ADP/TD}} &= \dot{m} C_x (T_2 - T_1) \\ &= 813,8 \text{ kW} \end{aligned}$$
$$n = \frac{C_x - C_r}{C_x - C_r} \rightarrow C_x = \frac{n C_r - C_r}{n - 1} = 272,5 \text{ J/kgK}$$

$$\begin{aligned} d) \quad \dot{S}_{\text{irr}} &\stackrel{\text{G.P.}}{=} \dot{m} (s_2 - s_1) = \dot{m} \left(C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) - R' \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right) \\ &= 1,9142 \text{ kW/K} \end{aligned}$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 3

Esercizio 3. (10 punti)

Il muro esterno di una camera è costruito, partendo dall'interno, da uno strato di 15 cm di mattoni ($k = 0,7 \text{ W/mK}$), da 5 cm di polistirene ($k = 0,03 \text{ W/mK}$), da 23 cm di calcestruzzo ($k = 2,5 \text{ W/mK}$). L'ambiente interno alla camera è a una temperatura pari a 25°C , mentre quello esterno pari a 28°C (entrambe costanti).

Il sole irradia la parete esterna con un flusso di 800 W/m^2 . Il coefficiente di scambio convettivo interno è pari a $8 \text{ W/m}^2\text{K}$ e quello esterno è pari a $23 \text{ W/m}^2\text{K}$.

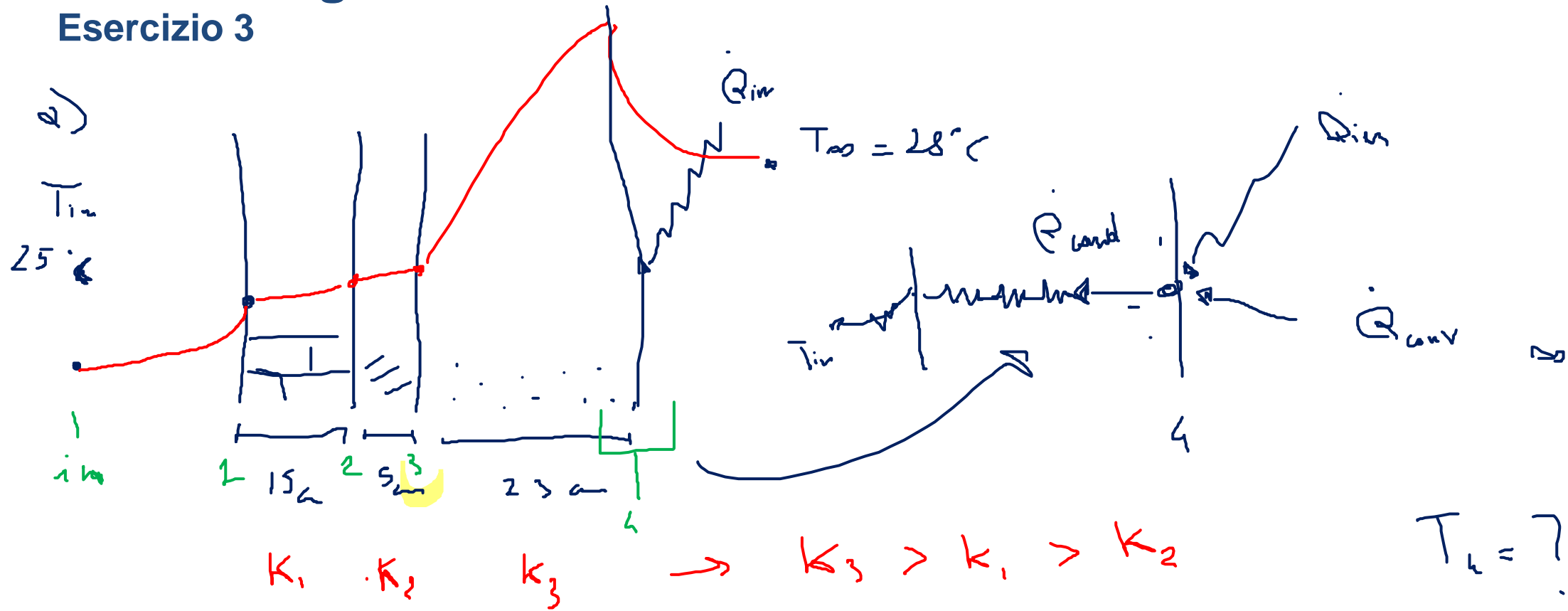
Si richiede di:

- Schematizzare il sistema e rappresentare qualitativamente il profilo di temperatura.
- Calcolare la temperatura alla quale si porta la superficie esterna = _____
- Calcolare la temperatura della superficie tra polistirene e calcestruzzo = _____



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 3



b) BIL. EN. PARETE 4

$$\dot{Q}_{irr} + \dot{Q}_{conv}/u = \dot{Q}_{sulle resistenze}$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 3

$$\dot{Q}_{irr} + h_a A (T_\infty - T_h) = \frac{(T_h - T_{in})}{\underbrace{R_{cond} + R_{conv}}_{\rightarrow R_{tot}}}$$

$$\dot{Q}_{irr} + h_a A \cdot T_\infty - h_a A T_h = \frac{T_h}{R_{tot}} - \frac{T_{in}}{R_{tot}}$$

$$T_h \left(h_a A + \frac{1}{R_{tot}} \right) = \dot{Q}_{irr} + T_\infty h_a A + \frac{T_{in}}{R_{tot}}$$

$$T_h = \frac{[\dot{Q}_{irr}/A + T_\infty h_a + T_{in}/(R_{tot} A)]}{h_a + 1/(R_{tot} A)}$$

Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 3

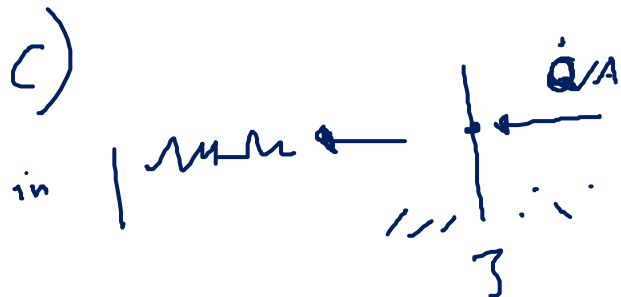
$$R_{i \rightarrow i} A = \sum_{n=1}^L R_{annl} A + R_{awin} A = \sum_{n=1}^L \frac{s_n}{k_n A} + \frac{1}{h_i A} = 2,098$$

$W/m^2 K$

$$T_4 = 62,02^\circ C$$

assumere T_4 !

BIL. PARTIT 3



$$\frac{\dot{Q}}{A} (4/in) = \frac{\dot{Q}}{A} (3/in) = \frac{T_3 - T_{in}}{R_{3/in}}$$

↓
Punto pze.

$$R_{3/in} = \sum_{n=1}^3 R_{annl} + R_{awin}$$



Tema 31 Agosto 2018

Esercizio 3

Se usiamo $T_3 - T_{in}$:



$$T_3 = T_4 - \left(\frac{\dot{Q}}{A} \right) \cdot R_{acc \left(\frac{3}{4} \right)}$$

$$= \frac{T_4 - T_{in}}{R_{Tot}}$$

$$= 17,64 \text{ W}$$

$0,092 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$

$60,39^\circ \text{C}$

1) \dot{Q}/A ? \rightarrow RIAV. MA 3 IL EN.

$$2) \quad \dot{Q}/A = \frac{T_4 - T_3}{R_{3/4}} = \frac{T_3 - T_{in}}{\sum R_{3-in}} = \left[\frac{T_4 - T_{in}}{\sum R_{4-in}} \right]$$

$= \text{VALORE NOTA}$

