

problema 1

punti 8/3

La CO_2 è contenuta all'interno di un cilindro chiuso da un pistone, caricato da un peso ma libero di muoversi (senza attrito). Il cilindro è collegato, tramite un condotto fornito di valvola, a una bombola di volume $V_{B1}=1 \text{ dm}^3$ riempita con CO_2 alla pressione di $p_{B1}=5 \text{ bar}$ e alla temperatura di $T_{B1}=20 \text{ °C}$. Nella condizione iniziale, la valvola della bombola è chiusa e la CO_2 nel cilindro occupa un volume $V_{A1}=1 \text{ dm}^3$ a una pressione $p_{A1}=3 \text{ bar}$ e a una temperatura $T_{A1}=20 \text{ °C}$. Ma a un certo momento la valvola viene aperta, la CO_2 fluisce dalla bombola nel cilindro e rapidamente si raggiunge una nuova condizione di equilibrio. Supponendo che siano trascurabili gli scambi termici con l'ambiente ($T_0=20 \text{ °C}$), determinare:

1. pressione e temperatura finali della CO_2 ;
2. il lavoro scambiato con l'ambiente;
3. se il processo subito dal sistema $C=AUB$ è reversibile, irreversibile, impossibile o indeterminabile;
4. rappresentare in un (unico) diagramma U-S gli stati iniziale e finale dei sistemi A, B e C.
5. **Facoltativo (2 punti)** Dopo un tempo sufficientemente lungo, il sistema C si porta in equilibrio con l'ambiente, determinare: calore e lavoro scambiato con l'ambiente da C in questo secondo processo.

problema 2

punti 6/3

Le specifiche tecniche di un condensatore per R134a garantiscono la condensazione completa di una portata di 1 kg/s di vapore alla pressione $p_{R1}=14 \text{ bar}$ e alla temperatura $T_{R1}=80 \text{ °C}$, nel caso si disponga di acqua refrigerante alla temperatura $T_{a1}=15 \text{ °C}$ con una portata di 1 kg/s . Determinare:

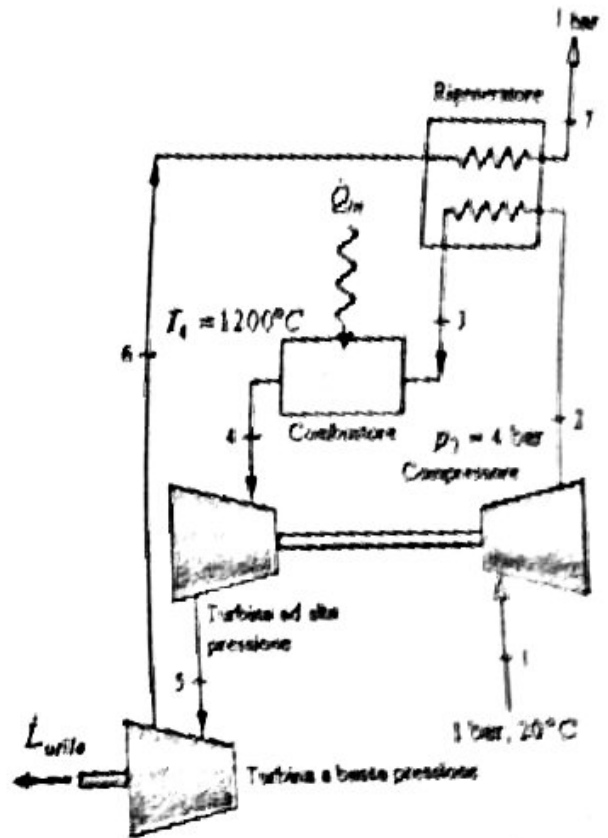
1. se il processo sia possibile con un incremento di temperatura dell'acqua inferiore a 10 °C ;
2. se il processo è reversibile, irreversibile, impossibile o indeterminabile sotto questo aspetto;
3. nel caso il processo sia possibile ma irreversibile, determinare la potenza meccanica che idealmente sarebbe potuto scambiare mantenendo invariate tutte le condizioni di ingresso e uscita (mediante una macchina ideale che possa interagire con l'ambiente, se necessario).

Dispersioni termiche e cadute di pressione trascurabili; temperatura ambiente $T_0=30 \text{ °C}$.

Per una piccola generazione di potenza elettrica (5 MW), si utilizza un particolare impianto turbogas, il cui schema è mostrato in figura, funzionante secondo un ciclo Joule-Rayton rigenerativo. L'aria entra nel compressore (rapporto di compressione manometrico $\beta=4$) a temperatura e pressione atmosferica ($T_1=20^\circ\text{C}$, $p_1=1.0\text{ bar}$). L'espansione avviene in due stadi: tutta la potenza generata dalla turbina ad alta pressione è utilizzata per azionare il compressore, mentre la turbina a bassa pressione fornisce la potenza utile alla generazione richiesta. Supponendo che tutti i componenti dell'impianto si comportino in modo ideale, e assumendo che la temperatura massima sia di 1200°C , determinare:

1. temperatura e pressione dell'aria all'uscita dalla turbina ad alta pressione;
2. la portata in massa dell'aria;
3. la potenza termica assorbita dall'esterno;
4. il rendimento del ciclo nel caso in studio e in quello in cui non vi fosse rigenerazione.

(Dispersioni termiche e cadute di pressione trascurabili).



Problema 4

Per misurare la velocità di una corrente d'aria, all'interno di questa viene posto (trasversalmente) un filo di rame di 0.5 mm di diametro riscaldato elettricamente ($k_{Cu}=390\text{ W/mK}$, superficie lucida $p=0.88$). Supponendo che, in una certa condizione di funzionamento, la potenza elettrica spesa per unità di lunghezza del filo sia di 50 W/m , la temperatura superficiale $T_s=150^\circ\text{C}$ mentre quella dell'aria $T_a=15^\circ\text{C}$, e trascurando gli scambi radiativi, determinare:

1. il coefficiente di scambio termico tra la corrente d'aria e il filo;
2. la temperatura massima nel filo;
3. se l'ipotesi di trascurare gli scambi radiativi sia accettabile (errore minore del 10%);
4. la velocità della corrente d'aria.

Proprietà termofisiche dell'aria: conduttività termica $k=0.026\text{ W/mK}$, calore specifico $c_p=1007.4\text{ J/kgK}$, densità $\rho=1.2\text{ kg/m}^3$, viscosità $\mu=19.05\cdot 10^{-6}\text{ kg/ms}$.
 Scegliere la correlazione di scambio termico appropriata tra le seguenti:

$$u_D = 2 + (0.44\text{Re}_D^{0.5} + 0.066\text{Re}_D^{0.667})\text{Pr}^{0.4}$$

$$u_D = C\text{Re}_D^m\text{Pr}^{0.33}$$

$$u_D = 0.52\text{Ra}_D^{1/4}$$

$$u_D = \frac{(f/8)(\text{Re}_D - 1000)\text{Pr}}{1 + 12.7\sqrt{f/8}(\text{Pr}^{2/3} - 1)}; \quad f = [1.82\text{Log}\text{Re}_D - 1.64]^{-2}$$

Re	C	
40 - 4000	0.683	0
4000 - 40000	0.193	0
40000 -	0.027	0