



POLITECNICO DI MILANO

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

SISTEMI ENERGETICI PER INGEGNERIA FISICA (Prova Online)

01/02/2021

Allievi fisici

Allegare alle soluzioni il presente testo indicando (in STAMPATELLO):

NOME E COGNOME.....

Tempo a disposizione: 1 ora 45 minuti

Leggere attentamente le avvertenze: Indicare chiaramente nome e cognome su tutti i fogli da consegnare. Rispondere brevemente ma con chiarezza solamente ai quesiti posti, evidenziando le necessarie unità di misura. Calcoli e spiegazioni - pur corretti in sé - che non rispondono ai quesiti posti non saranno considerati ai fini della valutazione del compito. Nel caso sia richiesta una soluzione grafica indicare con chiarezza sui grafici allegati la soluzione proposta.

Tenere spenti i telefoni cellulari, non usare appunti, dispense, etc. Riportare i risultati richiesti su questo foglio e procedimento/calcoli intermedi sul foglio a quadretti.

Punteggio: Punteggio totale pari a 35. Il docente si riserva di normalizzare i risultati in trentesimi con coefficienti correttivi in base all'esito medio delle risposte date.

Dati per la risoluzione dei quesiti

Costante universale dei gas $R = 8314 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$

□ ESERCIZIO 1 (punti 10)

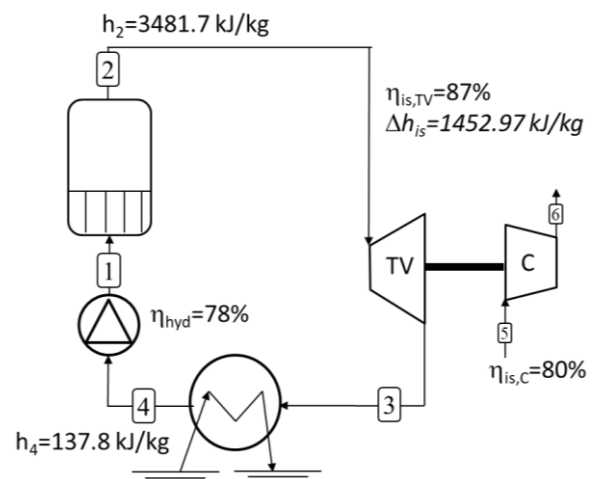
Si studi l'impianto rappresentato in figura. Si ha un ciclo Rankine (acqua come fluido di lavoro) la cui potenza meccanica prodotta dalla turbina a vapore viene interamente utilizzata per il funzionamento del compressore C che comprime 30 kg/s di azoto da $P_5=1 \text{ bar}$ ($T_5=35^\circ\text{C}$) fino a $P_6=20 \text{ bar}$. Il compressore ha un rendimento isoentropico pari a 0.8. Si assuma unitario il rendimento meccanico delle macchine.

Trattare l'azoto come gas ideale biatomico ($MM=28 \text{ kg/kmol}$).

Con i dati riportati in figura e sapendo che $P_4=0.05 \text{ bar}$ e $P_1=100 \text{ bar}$, si chiede di valutare:

- la potenza del compressore C
- la portata circolante nel ciclo a vapore
- il Δh_{14} (in $1 \rightarrow 4$ assumere l'acqua come liquido ideale con densità di 1000 kg/m^3)
- la potenza termica entrante nel ciclo a vapore;

e. Sapendo che la temperatura ambiente è 35°C , quale sarebbe idealmente la massima potenza producibile da un ciclo termodinamico che utilizzi il flusso 6 (raffreddandolo fino a 60°C) come sorgente termica?



□ **ESERCIZIO 2 (punti 10)**

In un tubo di acciaio lungo 1 m e di raggio interno e spessore rispettivamente pari a 8 mm e 1 mm ($k_{acc}=14 \text{ W/m/K}$) scorre un fluido alla temperatura di 5°C (assunta uniforme lungo il tubo).

Sul tubo di acciaio è posto uno strato di materiale plastico ($k_{iso}=0.7 \text{ W/m/K}$) di spessore pari a 2 mm. La superficie cilindrica esterna è lambita trasversalmente da una corrente d'aria ambiente a 25°C alla velocità di 1 m/s.

Assumendo un coefficiente di scambio termico convettivo interno pari a $380 \text{ W/m}^2/\text{K}$, si chiede di (condizioni stazionarie) :

- calcolare il coefficiente di scambio convettivo esterno
 - calcolare la potenza trasferita al fluido
 - calcolare le temperature sulle superfici solide del sistema
 - determinare, giustificando la risposta, se l'aumento dello spessore di materiale plastico diminuisce sempre la potenza trasferita al fluido.
- (Consiglio: esprimere il coeff. convettivo esterno come $h=a \cdot D^n$ $D \rightarrow$ Diametro esterno; $a \rightarrow$ costante; $n \rightarrow$ costante)

Correlazione per convezione forzata per cilindro (lunghezza caratteristica diametro) e proprietà dell'aria stimate a T ambiente (per le proprietà mancanti considerare l'aria come gas ideale a 101325 Pa).

$Nu = 0.683 * Re^{0.466} Pr^{\frac{1}{3}}$	
$c_p \text{ [J/kg/K]}$	1006
$k \text{ [W/m/K]}$	0.025
$\mu \text{ [Pa*s]}$	17.95E-06
$MM \text{ [kg/kmol]}$	28.9

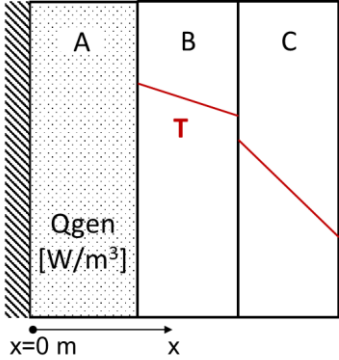
□ **QUESITO 3 (Rispondere ad una sola delle due domande) (punteggio 7.5)**

1- Descrivere un ciclo Rankine saturo ideale (riportando lo schema di impianto e rappresentando il ciclo su un piano T-s e h-s). Discutere l'effetto della pratica del surriscaldamento.

2- Descrivere l'approccio a parametri concentrati per lo studio di un transitorio di raffreddamento e ricavare l'andamento della temperatura nel tempo. Riportare tutte le ipotesi considerate e rappresentare graficamente la potenza termica scambiata nel tempo. Calcolare l'energia scambiata in un determinato intervallo di tempo.

QUESITO 5 (DOMANDE A RISPOSTA GUIDATA) (punteggio 7.5)

Rispondere alle seguenti 15 domande a risposta guidata. Segnare la casella relativa alla **sola risposta corretta** (0.5 punto per risposta corretta, -0.2 punti se sbagliata).

<p>Cond. Stazionarie. Parete a sinistra adiabatica.</p> 	<p><input type="checkbox"/> Se $Q_{gen} > 0$ allora sempre $T(x=0) = T_{MAX}$</p> <p><input type="checkbox"/> $k_B > k_C$ (k = conduttività termica)</p> <p><input type="checkbox"/> $R_{cond,B} = R_{cond,C}$ ($R \rightarrow$ Res. Termica K/W)</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input type="checkbox"/> vero</p>	<p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
<p>Per un ciclo Joule Brayton aperto reale: P → Pressione T → Temperatura</p>	<p>La P_{MIN} coincide con P_{AMB}</p> <p>A pari β_C, se $T_{MAX} \uparrow$ allora il $\eta \uparrow$ e lavoro specifico \uparrow</p> <p>η_{II} è sempre minore di 1</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p>	<p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input type="checkbox"/> falso</p>
<p>Una macchina motrice elabora un fluido incompressibile ($\rho = 800 \text{ kg/m}^3$):</p>	<p>Se $\eta_{idr} = 1$ allora $\Delta T > 0$</p> <p>$L_{meccanico} > L_{idraulico} > L_{elettrico}$</p> <p>Se $\Delta P = 1 \text{ bar}$, $\Delta z = 1 \text{ m}$, $\Delta v = 0 \text{ m/s}$ ed $\eta_{idr} = 0.8$ allora $I = 168.5 \text{ J/kg}$</p>	<p><input type="checkbox"/> vero</p> <p><input type="checkbox"/> vero</p> <p><input type="checkbox"/> vero</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
<p>Una sfera (1) e un cubo (2) di stesso materiale si trovano alla stessa T iniziale (T_0), ($T_0 > T_{amb}$), aria in quiete:</p>	<p>Il coeff. convettivo h è indipendente dalla T_{amb}</p> <p>Per $t \rightarrow \infty$, la T al centro $\rightarrow T_{amb}$</p> <p>Se $Fou_1 = Fou_2$ e stesso materiale, allora il cubo e la sfera hanno lo stesso volume</p>	<p><input type="checkbox"/> vero</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input type="checkbox"/> vero</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p> <p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p>
<p>Per un fluido reale:</p>	<p>Nel diagramma $h-s$, i valori numerici di s e h riportati dipendono dallo stato di riferimento</p> <p>Nel piano $h-s$, le isobare sono segmenti rettilinei nella zona bifase</p> <p>Nel piano $T-s$, le isoentalpiche sono sempre monotone</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> vero</p> <p><input type="checkbox"/> vero</p>	<p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input type="checkbox"/> falso</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> falso</p>