



POLITECNICO DI MILANO

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

SISTEMI ENERGETICI PER INGEGNERIA FISICA

11/09/2018

Allievi fisici

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

NOME E COGNOME.....

Tempo a disposizione: 2 ore 30 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.

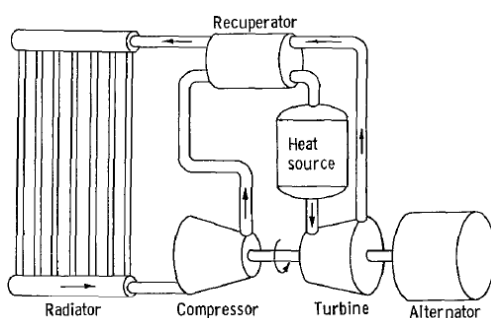
Punteggio: Punteggio totale pari a 35. Il docente si riserva di normalizzare i risultati in trentesimi con coefficienti correttivi in base all'esito medio delle risposte date.

Dati per la risoluzione dei quesiti

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

□ **ESERCIZIO 1 (punti 5)**

Si consideri un ciclo Joule-Brayton chiuso rigenerativo ideale (Vedi Figura) per applicazioni spaziali che utilizza Argon come fluido di lavoro (gas perfetto monoatomico – 40 kg/kmol). I dati caratteristici del ciclo termodinamico sono riportati in tabella.



<u>DATI CICLO TERMODINAMICO</u>	
Temperatura ingresso compressore [°C]	200
Pressione ingresso compressore [bar]	1.0
Rapporto di compressione [-]	2.8
Temperatura ingresso in turbina [°C]	1200
Rendimento isoentropico compressore [-]	0.8
Rendimento isoentropico turbina [-]	0.82
Caduta pressione recuperatore e "Heat source" [bar]	0.0
Caduta di pressione radiatore [bar]	0.05

Sapendo che la potenza elettrica netta è 1.2 MW_e e che il rendimento meccanico-elettrico del generatore è 0.96, si chiede di:

- Rappresentare in un piano T-S il ciclo termodinamico (riferimento per l'entropia: $s=0 \text{ J/kg/K}$ all'ingresso del compressore)
- Determinare la portata massica di Argon circolante
- Valutare il rendimento di primo principio del ciclo e la potenza termica del radiatore

□ **ESERCIZIO 2 (punti 5)**

Una sfera di metallo ($D=30$ mm, $\rho=6500$ kg/m³, $c=380$ J/kg/K, $k=125$ W/m/K) si trova alla temperatura di 250°C e viene immersa in un recipiente di 50 cm³ contenente un liquido ($\rho=750$ kg/m³, $c=1500$ J/kg/K) a 20°C. Raggiunte le condizioni di equilibrio (considerare il recipiente adiabatico) si estrae la sfera e la si pone a contatto con una corrente di aria a 15°C. Si vuole portare la sfera fino alla temperatura di 40°C in 5 minuti, si chiede di valutare:

- la temperatura di equilibrio del sistema olio+sfera
- l'energia ceduta all'aria durante il processo di raffreddamento
- il coefficiente di scambio termico convettivo aria-sfera (verificare ipotesi adottate per il calcolo)

□ **ESERCIZIO 3 (punti 5)**

Una portata di 12 kg/s in condizioni di acqua in condizioni di liquido saturo a 460 K viene laminata adiabaticamente fino alla pressione di 1 bar. Successivamente la portata viene inviata ad un separatore. La frazione di vapore saturo viene espansa isoentropicamente fino alla pressione corrispondente ad una temperatura di saturazione di 320 K. Si chiede di:

- Rappresentare la sequenza di trasformazioni sul piano T-s allegato
- Calcolare la potenza meccanica e la potenza termica complessivamente scambiata
- Calcolare la portata volumetrica allo scarico della turbina

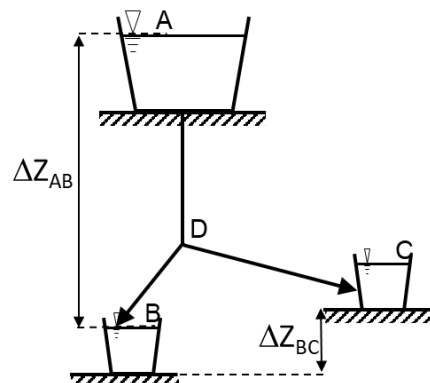
□ **ESERCIZIO 4 (punti 5)**

Si vuole trasferire una portata di olio (densità=750 kg/m³) dal serbatoio A ($z_A=0$ m) ai due serbatoi identici B ($z_B=-2$ m) e C come riportato in figura. Il primo tratto di tubo ha diametro pari a 30 mm. Si assuma la presenza delle sole perdite di carico concentrate rappresentate dai coefficienti $K_{AD}=6$, $K_{DB}=4$ e $K_{DC}=3$.

Si vuole ripartire la portata di olio in modo uguale nei due serbatoi B e C.

Assumendo che la velocità in tutti e 3 i tubi sia uguale, si chiede di calcolare:

- la portata e diametri nei vari tratti del sistema
- il dislivello ΔZ_{BC}



□ **QUESITO 5 (Rispondere ad una sola delle due domande) (punteggio 7.5)**

1- Ricavare l'espressione del profilo di velocità per flusso laminare evidenziando le ipotesi utilizzate. (E' sufficiente ricavare l'equazione differenziale caratteristica evidenziando le condizioni al contorno necessarie alla chiusura del problema anche senza integrarla).

2- Descrivere l'effetto del surriscaldamento sulle prestazioni di un ciclo Rankine ideale.

□ **QUESITO 6 (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, -0.125 punti se sbagliata).

Per una miscela acqua-ammoniaca in stato bifase, si può dire che:	<input type="checkbox"/> Le isoterme e le isobare coincidono <input type="checkbox"/> Le isobare sono sempre curve esponenziali <input type="checkbox"/> Lo stato è definito da 1 variabile intensiva (es. P, T) <input checked="" type="checkbox"/> Nessuna delle precedenti
Per un ciclo Rankine a vapore surriscaldato ideale:	<input type="checkbox"/> $\eta=1-T_{cond}/T_{SH}$ <input type="checkbox"/> η è indipendente dalla temperatura di evaporazione <input checked="" type="checkbox"/> Se $T_{SH} \uparrow$ allora $\eta \uparrow$ <input type="checkbox"/> Il fluido di lavoro può essere solo acqua

In un tubo (diametro D) scorre un fluido (proprietà indipendenti da T), sapendo che $Nu=0.023*Re^{0.6}Pr^{0.25}$:	<input type="checkbox"/> h dipende dalla temperatura di ingresso del fluido <input checked="" type="checkbox"/> Se la portata massica \uparrow allora h \uparrow <input type="checkbox"/> Pr varia lungo il tubo <input type="checkbox"/> Nessuna delle precedenti
Si hanno 2 tubi in parallelo di diametro diverso (D1 e D2). Se f è uguale nei due tubi ed in assenza di k_c , allora: (fluido incomprimibile)	<input checked="" type="checkbox"/> E' possibile che la portata si ripartisca ugualmente <input type="checkbox"/> Se regime turbolento allora $Re_1=Re_2$ <input type="checkbox"/> se $v_1=v_2$ allora $m_1=m_2$ <input type="checkbox"/> Se $L_1/L_2=D_1/D_2$ si ha $m_1=m_2$
Una lastra di metallo a 300 K (corpo grigio) parte di un satellite si trova nello spazio aperto (assunto corpo nero a 0 K). Si può concludere che:	<input checked="" type="checkbox"/> La Pot.scambiata decresce se T_{lastra} decresce <input type="checkbox"/> Se T cresce fino a 600 K la Pot.scambiata raddoppia <input type="checkbox"/> La Pot.scambiata non dipende dall'emissività <input type="checkbox"/> Pot.scambiata dalla lastra dipende dalla convezione
Il coefficiente di Joule-Thompson:	<input type="checkbox"/> E' un numero adimensionale <input type="checkbox"/> Dipende dalla sola P a monte della laminazione <input type="checkbox"/> E' $(\partial T / \partial h)_p$ <input type="checkbox"/> E' sempre =1 per gas perfetto
Un tubo di diametro interno D (spessore s - attraversato da fluido a temperatura T), se $T > T_{amb}$, certamente si può dire che:	<input type="checkbox"/> Esiste sempre valore di $s > 0$ che massimizza potenza <input type="checkbox"/> Resistenza termica \uparrow se $s \uparrow$ indipendentemente da D <input type="checkbox"/> Resistenza termica convettiva \downarrow se $h \downarrow$ <input checked="" type="checkbox"/> Potenza termica scambiata è indipendente da ρ tubo
La riduzione della pressione di condensazione in un ciclo Rankine:	<input checked="" type="checkbox"/> E' limitato dalla temperatura ambiente <input type="checkbox"/> Implica un aumento della T di condensazione <input type="checkbox"/> Riduce il rendimento del ciclo <input type="checkbox"/> Aumenta il titolo di vapore allo scarico della turbina
Una pompa elabora 1 kg/s di acqua. A cavallo della pompa si misura un aumento di pressione di 4 bar e un $\Delta T = 0.01$ °C ($\Delta Z = 0$ m, $\Delta v = 0$ m/s):	<input checked="" type="checkbox"/> Rendimento idraulico circa 88% <input type="checkbox"/> $L_{idraulico} > L_{albero} > L_{elettrico}$ <input type="checkbox"/> Se $\eta_{org-el} \uparrow$ allora $\Delta T \uparrow$ <input type="checkbox"/> Se $\eta_{org-el} = 0.95$ allora potenza elettrica pari a 431.9 kW
In un diagramma h-s:	<input type="checkbox"/> Una compressione isoterma è un tratto orizzontale <input checked="" type="checkbox"/> lisoentropica è lunghezza del segmento verticale <input type="checkbox"/> L'area contenuta in un ciclo rappresenta il lavoro <input type="checkbox"/> Il punto critico coincide con il massimo della campana
Data un'aletta rettangolare, si può dire che:	<input type="checkbox"/> Se $L \rightarrow \infty$ allora l'efficienza è pari a 1 <input checked="" type="checkbox"/> Può essere considerata isoterma se $k \rightarrow \infty$ <input type="checkbox"/> L'efficienza dipende dalla temperatura della base <input type="checkbox"/> Se h aumenta la potenza scambiata può diminuire
Dati due cicli reali (1 e 2) con stessa potenza netta. Ciclo1 opera tra 1500 K e 250 K mentre il Ciclo2 opera tra 750 K e 250 K. Si può concludere:	<input type="checkbox"/> $\eta_{II1} > \eta_{II2}$ <input type="checkbox"/> $\eta_1 > \eta_2$ <input checked="" type="checkbox"/> Se potenza termica uscente è uguale allora cicli $\eta_2 = \eta_1$ <input type="checkbox"/> Nessuna delle precedenti
L'efficienza di un'aletta è:	<input type="checkbox"/> Dipendente dalla temperatura alla base <input type="checkbox"/> Espressa in [1/m] <input checked="" type="checkbox"/> Decrescente all'aumentare della lunghezza <input type="checkbox"/> E' pari a 1 per aletta di lunghezza infinita
Con la legge degli stati corrispondenti:	<input checked="" type="checkbox"/> Z è approssimabile come funz. di $P_{ridotta}[-]$ e $T_{ridotta}[-]$ <input type="checkbox"/> Z è definito come $(Pv)_{ideale}/(R^*T)$ <input type="checkbox"/> Si fornisce esattamente il valore di v per ogni fluido <input type="checkbox"/> Si lega il fattore Z con $P_{critica}[Pa]$ e $T_{critica}[K]$
Data una parete piana con 3 strati, se nello strato centrale è presente una generazione di potenza e le due pareti esterne sono a T diverse:	<input checked="" type="checkbox"/> La temperatura massima si trova nello strato centrale <input type="checkbox"/> Resistenza termica degli strati esterni dipende da ρ materiale <input type="checkbox"/> Profilo T nello strato centrale è certamente simmetrico <input type="checkbox"/> Nessuna delle precedenti

