

E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole e tabelle, un -formulario (1 pagina A4 F/R)
Non sono consentiti: libri, esercizi svolti

Lasciare un margine di alcuni cm sull'intestazione di OGNI foglio consegnato, in cui scrivere COGNOME + Nome + Matricola (stampatello, leggibile)

Consegnare: ☐ svolgimento (no brutte copie), ☐ formulario.

NON consegnare: ☐ testo, ☐ tabelle

Specificare:

Tutte le **ipotesi, convenzioni, semplificazioni** adottate.

Tracciare sempre i **grafici** o **schemi** utili alla comprensione.

I risultati privi di sufficiente calcolo/svolgimento/spiegazione non sono ritenuti validi.

Esame completo 8 esercizi , tempo a disposizione 2h45 ore (sono indicati i punteggi indicativi)

Es	1	2	3	4	5	6	7	8	Ordine	TOT
Punti	5	5	3	5	4	3	4	3	1	32

11) Una lastra spessa 5 cm è costituita da un materiale avente $\rho=2000 \text{ kg/m}^3$, $C_p = 1000 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 1 \text{ W/m.K}$ e al cui interno si sviluppa energia termica per 50 W/kg . Tale lastra è racchiusa tra due pareti di plastica spesse 0.5 cm ed aventi all'esterno aria a 30°C con coefficiente di convezione pari a $10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Disegnare il profilo della temperatura raggiunta a regime calcolandone i valori necessari.

Con ipotesi di simmetria si lavora su metà lastra, al cui interno il profilo è parabolico, occorre il valore della generazione interna espresso in $\text{W/m}^3 = \text{W/kg} * \rho$. Ragionando per semplicità su una semiparete avente $A=1\text{m}^2$, spessore 2.5 cm, si ottiene $Q'=2500 \text{ W}$, che passa attraverso la parete di plastica ($\Delta T_{\text{plastica}}$ dipende dalla $\lambda_{\text{plastica}}$ ipotizzata), e poi attraverso lo strato convettivo dove $Q'=h A \Delta T_{\text{conv}}$.

12) Un tubo di acciaio avente $D_{\text{est}} 30 \text{ mm}$ e spessore 4 mm è portata ad una estremità alla temperatura di 500°C , mentre il resto della barra viene esposto all'aria ambiente avente velocità di 8 m/s . Determinare a quale distanza la barra può essere maneggiata senza scottarsi. Correlazioni suggerite per Re-Nu attorno a corpi cilindri nella tabella a lato.

Intervallo Re	$\text{Nu}_{\text{cilindro}} =$
$0.4 \div 4$	$0.989 \text{ Re}^{0.330} \text{ Pr}^{1/3}$
$4 \div 40$	$0.911 \text{ Re}^{0.385} \text{ Pr}^{1/3}$
$40 \div 4'000$	$0.683 \text{ Re}^{0.466} \text{ Pr}^{1/3}$
$4'000 \div 40'000$	$0.193 \text{ Re}^{0.618} \text{ Pr}^{1/3}$
$40'000 \div 400'000$	$0.027 \text{ Re}^{0.805} \text{ Pr}^{1/3}$

Il tubo viene ipotizzato come un'aletta, con l'aria all'interno ferma e non partecipante alla convezione, quindi la sezione a è la corona circolare di metallo, il perimetro P solamente quello esterno.

13) Due pareti parallele molto vicine hanno le seguenti caratteristiche: $T_C=500^\circ\text{C}$, $\varepsilon_C=0.9$, $T_F=40^\circ\text{C}$, $\varepsilon_F=0.8$. Determinare la riduzione del flusso termico scambiato per irraggiamento se tra le due pareti viene inserito un foglio di alluminio avete $\varepsilon_{\text{Al}}=0.1$. Calcolare la temperatura a cui si porta tale foglio all'equilibrio. Indicare il ragionamento e il/i dato/i mancanti per poter stimare il tempo necessario a raggiungere l'equilibrio termico. Specificare e motivare le ipotesi adottate.

In assenza dello schermo anti radiazione con fattori di vista unitari si calcola $Q'_{\text{Calda-Fredda}}$. Inserendo lo schermo, a regime vale $Q'_{\text{Calda-Schermo}} = Q'_{\text{Schermo-Fredda}}$ per cui le resistenze termiche possono essere sommate, e si calcola il flusso ridotto. Come alternativa, imponendo l'uguaglianza a regime $Q'_{\text{Calda-Schermo}} = Q'_{\text{Schermo-Fredda}}$ si calcola la T_{Schermo} incognita, e quindi la nuova potenza

termica scambiata. Per stimare il transitorio occorre conoscere la massa dello schermo, quindi il suo spessore, essendo il materiale quindi le sue caratteristiche note.

14) Sono date le $T_{\min} = 45^{\circ}\text{C}$ e $T_{\max} = 450^{\circ}\text{C}$ e la pressione massima 160 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa e turbina isoentropiche. Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato. Calcolare i valori delle grandezze nei punti necessari ed i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.

15) Una turbina a gas lavora secondo il ciclo Joule-Brayton approssimabile come chiuso, in cui evolve aria inizialmente a condizioni atmosferiche. Noti il rapporto di compressione 14, i rendimenti di compressore e turbina entrambi pari a 80%, la temperatura massima raggiunta durante il ciclo 1300°C , determinare i punti del ciclo, il rendimento del ciclo di 1° e 2° principio spiegandone il significato. Disegnare il grafico rappresentante il ciclo nei piani p-v e T-s.

16) Un frigorifero, posto in una stanza a 27°C , mantiene il contenuto a 5°C . L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 14°C per scambiare calore, il condensatore di 26°C . L'efficienza è il 55% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Sapendo che a regime il motore del frigorifero consuma in media 150 W, determinare i flussi termici. Utilizzare gli schemi necessari a spiegare il funzionamento

17) Il condizionatore di un'abitazione aspira l'aria alla temperatura di 24°C con umidità relativa 70% e la riemette a 12°C satura di umidità. Riportare la trasformazione seguita dall'aria sul diagramma psicrometrico allegato. Sapendo che la macchina riesce ad asportare 4000W di calore, calcolare la portata di aria trattata e di acqua condensata.

18) In un impianto di ventilazione si vuole mandare aria alla velocità di 6 m/s in una condotta rettangolare di sezione cm 40x30, lunga 20 metri. Calcolare la pressione che il ventilatore installato deve fornire, e la potenza nel caso abbia rendimento del 70%.

Il ventilatore deve fornire aria alla pressione $P_{\text{amb}} + \Delta P_{\text{PC}}$, dove il ΔP_{PC} è formato dalle perdite di carico concentrate e distribuite. Quelle concentrate sono l'energia cinetica $\Delta P_{\text{conc}} = \rho w^2/2$ da fornire per "mettere in movimento" l'aria, quelle distribuite dalla perdita di carico lungo il condotto pari a $\Delta P_{\text{distr}} = \lambda L/D \rho w^2/2$. Il coefficiente d'attrito viene individuato sull'abaco di Moody. La potenza ideale che il ventilatore deve fornire si calcola esprimendo le perdite di carico come energia per unità di massa ($e_{\text{PC}} = \Delta P_{\text{PC}} / \rho$) e moltiplicando per la portata $L' = m' * e_{\text{PC}}$ (in alternativa, si può calcolare $L' = m' * e_{\text{PC}}$, $L' = \rho V' * \Delta P_{\text{PC}} / \rho = w A \Delta P_{\text{PC}}$). La potenza del ventilatore reale sarà $L'_R = L'_{\text{ID}} / \eta$.

verde=ipotesi

Re-Nu cilindrico, aletta

X

schermo radiativo

f vista

X

Rankine

reale°C

T1 °C	27	T1 [K]	300	27	eta id	53.0%
P1=4 ass	1	T2id [K]	638	365	l'	245.3
P2=3 ass	14	deltaT12id	337.7		q'	854.3
etaC	80%	deltaT12re	422		eta1	28.7%
etaT	80%	T2re	722	449	etaC	80.9%
Tmax °C	1300	T3	1573	1300	eta2	35.5%
		T4id	740	467		
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	832.9			
Cp	1003.4	deltaT34re	666			
x		T4re	907	634		

Es 16	3pt	frigorifero		K	°C	
T_stanza		27	Lin	150	Tinf	264 -9
T_frigor		5	COPid	4.26	Tsup	326 53
deltaT_ev		14	COPre	2.34	deltaT	62
deltaT_cond		26	Q'sup W	501		
eff		55%	Q'inf W	351		

Es 17	4pt	aria umida condensa					
punto	m kg	T °C	UR	Psat	Pvap	x	h
1		24	70%	3003.0	2102.10	0.0132	57.66
2		12	100%	1418.6	1418.60	0.0088	34.34
Q' kW	4.0		m'aria	0.171585	delta 1-2	0.0043	23.3
			m'cond	0.000746			

Es 18	3pt	deltaP linea - ventilatore					
dimens a	0.4	V' m3/s	0.72	deltaP Pa	deltaP Bar	metri c.a.	J/kg
dimens b	0.3	rho	1.2	N (1=sbocc	1		
L metri	20	m' kg/s	0.864	concentrat	22	0.0	0.00 18
A	0.12	mi	1.85E-05	attrito	50	0.0	0.01 42
Didr m	0.343	Re	133725.4	totale	72	0.0	0.01 60
w m/s	6	f attrito	0.04				
x		ro w2/2	22	eta_vent	60%	L' watt	86