

Vecchio Ordinamento ☐

Nuovo Ordinamento ☐

Nome .....

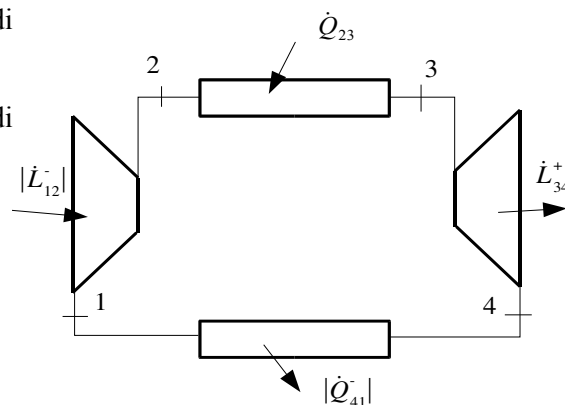
**Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 11.01.2005**  
( Ing. Civile, Edile, Ambientale)

**Esercizio 1**

Una portata  $\dot{m}$  di aria standard, gas ideale a calori specifici caratteristici costanti con massa molecolare  $M=28,97$  kg/kmol e rapporto tra calori specifici  $k=1,4$  subisce le seguenti trasformazioni (ciclo Brayton-Joule con schema di impianto rappresentato in figura): 1-2 compressione adiabatica, 2-3 riscaldamento isobaro con la fornitura del flusso termico  $\dot{Q}_{23}$ , 3-4 espansione adiabatica, 4-1 cessione del flusso termico  $|\dot{Q}_{41}|$  a pressione costante, si considerino trascurabili le variazioni di energia cinetica e potenziale. La temperatura di ingresso al compressore sia  $T_1=300$  K, mentre con  $r_p = p_2/p_1 = p_3/p_4$  si indichi il rapporto delle pressioni. Dopo aver tracciato indicativamente le trasformazioni sul diagramma  $T-s$  si calcoli:

1. Il calore specifico a pressione costante  $c_p$ ;
2. la temperatura in uscita dal compressore nel caso di compressione reale  $T_2$ ;
3. la temperatura in entrata nella turbina  $T_3$ ;
4. la temperatura in uscita dalla turbina nel caso di espansione reale  $T_4$ ;
5. La potenza netta fornita dal ciclo  $\dot{L}_n$
6. Il rendimento del ciclo  $\eta$ .

Tema	$r_p$	$\dot{m}$	$\dot{Q}_{23}$	$\eta_{ie}$	$\eta_{ie}$
		(kg/s)	(kW)		
A	8	8	4000	0,9	0,9
B	7	10	5000	0,85	0,85



**Esercizio 2**

In un tubo realizzato in polietilene reticolato di conducibilità  $\lambda_p=0,35$  W/(m K), avente diametro interno  $d_i$  ed esterno  $d_e$ , scorre dell'acqua con velocità  $u_a$  e temperatura  $t_a=45$  °C. Il tubo è ricoperto da una guaina isolante di spessore  $s=5$  mm e conducibilità termica  $\lambda_{is}=0,04$  W/(m K), tra la superficie della guaina e l'aria esterna a temperatura  $t_e$  il coefficiente di scambio termico sia  $\alpha_e=10$  W/(m² K). si chiede di determinare:

1. il coefficiente di convezione lato interno  $\alpha_i$ ;
2. il coefficiente globale di scambio termico calcolato sul diametro interno  $U_i$ ;
3. il flusso termico scambiato per unità di lunghezza  $q'$ ;

dati acqua:

$\lambda_a=0,638$  W/(m K),  $c_p=4,187$  kJ/(kg K),  $\rho=1000$  kg/m³,  $\mu=5,97 \cdot 10^{-4}$  kg/(m s)

per il calcolo del coefficiente di convezione si utilizzi la correlazione

$$Nu = 0,027 Re^{4/5} Pr^{1/3}$$

Tema	$u_a$	$d_i$	$d_e$	$t_e$
	(m/s)	(mm)	(mm)	(°C)
A	0,7	10	12	0
B	1	12	14	5

### Esercizio 1

$$c_p = \frac{k}{k-1} \frac{\bar{R}}{M} = 1004,4 \text{ J/(kg K)}$$

$$T_2' = T_1 (r_p)^{\frac{k-1}{k}} = 543,4 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 + \frac{(T_2' - T_1)}{\eta_{ic}} = 570,4 \text{ K}$$

$$T_3 = T_2 + \frac{\dot{Q}_{23}^+}{\dot{m} \cdot c_p} = 1068 \text{ K}$$

$$T_4' = T_3 \left( \frac{1}{r_p} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 637,5 \text{ K}$$

$$T_4 = T_3 - (T_3 - T_4') \eta_{ie} = 637,5 \text{ K}$$

$$\dot{L}_n = \dot{m} \cdot c_p \left[ (T_3 - T_4) - (T_2 - T_1) \right] = 1280 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{\dot{L}_n}{\dot{Q}_{23}^+} = 0,245$$

### Esercizio 2

$$\text{Re} = \frac{u_a d_i \rho}{\mu} = 11725$$

$$\text{Pr} = \frac{c_p \mu}{\lambda_a} = 3,92$$

$$\text{Nu} = 76,63$$

$$\alpha_i = \frac{\text{Nu} \lambda_a}{d_i} = 4889 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

$$U_i = \left[ \frac{1}{\alpha_i} + \frac{r_i}{\lambda_p} \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right) + \frac{r_i}{\lambda_{is}} \ln \left( \frac{r_3}{r_2} \right) + \frac{r_i}{r_3} \frac{1}{\alpha_e} \right]^{-1} = 8,065 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

$$q' = U_i \cdot \pi d_i \cdot (t_a - t_e) = 11,40 \text{ W/m}$$