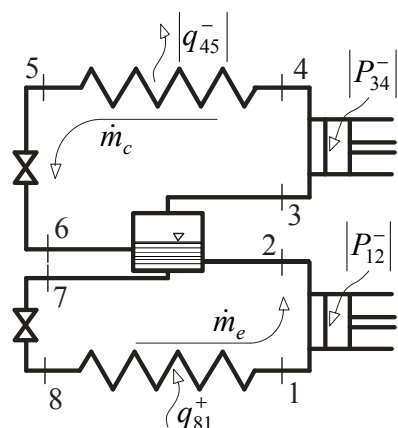


Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 10.07.2007
 Fisica Tecnica VO e Fisica Tecnica II NO AA 2005-06 e seguenti – Esercizi 1 e 2
 NO AA 2004-05 e precedenti: Fisica Tecnica I – *solo* Esercizio 1; Fisica Tecnica II – *solo* Esercizio 2
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali)

.....
NOME e COGNOME.....
CORSO di LAUREA.....
Voto/i**Esercizio 1**

Un impianto frigorifero opera secondo un ciclo a doppia compressione e doppia laminazione con *R134a*. La pressione all'evaporatore è pari a p_e , ed al condensatore è pari a p_c . La pressione intermedia al separatore è pari a p_i , e la potenza frigorifera è q_{81}^+ .



Nelle ipotesi che:

- all'uscita del condensatore si abbia liquido saturo,
- all'aspirazione dei compressori si abbia vapore saturo secco,
- le compressioni siano isoentropiche

si tracci qualitativamente il ciclo sul piano (p, h) e, servendosi del diagramma allegato, si calcolino

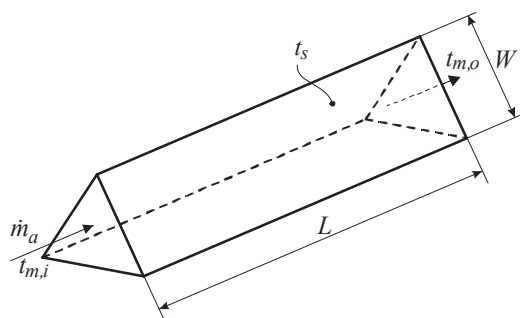
1. Il rapporto delle portate di massa circolanti nel condensatore e nell'evaporatore \dot{m}_c / \dot{m}_e ;
2. Il flusso termico scambiato al condensatore $|q_{45}^-|$;
3. Le potenze meccaniche spese $|P_{12}^-|$ e $|P_{34}^-|$;
4. Il coefficiente di effetto utile del ciclo ε .

TEMA	p_e [MPa]	p_c [MPa]	p_i [MPa]	q_{81}^+ [kW]
A	0.14	0.8	0.32	9.0
B	0.14	0.9	0.4	8.0

Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 10.07.2007
 Fisica Tecnica VO e Fisica Tecnica II NO AA 2005-06 e seguenti – Esercizi 1 e 2
 NO AA 2004-05 e precedenti: Fisica Tecnica I – *solo* Esercizio 1; Fisica Tecnica II – *solo* Esercizio 2
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali)

.....
NOME e COGNOME.....
CORSO di LAUREA.....
Voto/i**Esercizio 2**

Una portata d'aria \dot{m}_a , alla pressione standard di 101.325 kPa e temperatura $t_{m,i}$, entra in un condotto a sezione triangolare equilatera di lato W e di lunghezza L , le cui pareti sono mantenute alla temperatura costante t_s .



Nell'ipotesi che l'aria esca dal condotto alla temperatura $t_{m,o}$, determinare nell'ordine:

- 1) Il coefficiente convettivo h [W/(m² K)];
- 2) La lunghezza L [m] del condotto.

Note:

- Per valutare il coefficiente di scambio termico convettivo dell'aria all'interno del condotto, si utilizzi, giustificando, la correlazione di Dittus-Boelter:

$$Nu_{Dh} = 0.023 Re_{Dh}^{4/5} Pr^n \quad \text{valida per: } 0.7 \leq Pr \leq 160; \quad L/D_h \geq 10; \quad Re_{Dh} \geq 10^4$$

dove L e D_h rappresentano, rispettivamente, la lunghezza ed il diametro idraulico della tubazione, le proprietà termodinamiche vanno valutate alla temperatura media t_m , e l'esponente n assume i valori:

$$n = 0.4 \quad \text{nel caso di riscaldamento } (t_s > t_m)$$

$$n = 0.3 \quad \text{nel caso di raffreddamento } (t_s < t_m)$$

- Per le proprietà termodinamiche dell'aria si faccia uso della tabella allegata.

TEMA	$t_{m,i}$ [°C]	$t_{m,o}$ [°C]	W [mm]	t_s [°C]	\dot{m}_a [kg/s]
A	20	60	30	100	0.008
B	20	80	30	120	0.008

Proprietà dell'aria a pressione atmosferica.

t °C	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kg·K)	k W/(m·K)	α m ² /s	μ kg/(m·s)	ν m ² /s	Pr	$g\beta/\nu^2$ 1/(m ³ ·K)
0	1,287	1,006	0,0242	1,87·10 ⁻⁵	1,71·10 ⁻⁵	1,33·10 ⁻⁵	0,713	2,03·10 ⁸
10	1,240	1,007	0,0250	2,00·10 ⁻⁵	1,76·10 ⁻⁵	1,42·10 ⁻⁵	0,711	1,72·10 ⁸
20	1,193	1,007	0,0258	2,14·10 ⁻⁵	1,81·10 ⁻⁵	1,52·10 ⁻⁵	0,709	1,45·10 ⁸
30	1,151	1,007	0,0265	2,29·10 ⁻⁵	1,86·10 ⁻⁵	1,62·10 ⁻⁵	0,706	1,24·10 ⁸
40	1,118	1,008	0,0273	2,42·10 ⁻⁵	1,91·10 ⁻⁵	1,71·10 ⁻⁵	0,705	1,08·10 ⁸
50	1,084	1,008	0,0280	2,56·10 ⁻⁵	1,96·10 ⁻⁵	1,80·10 ⁻⁵	0,704	9,33·10 ⁷
60	1,051	1,008	0,0288	2,71·10 ⁻⁵	2,00·10 ⁻⁵	1,90·10 ⁻⁵	0,702	8,12·10 ⁷
70	1,018	1,009	0,0295	2,87·10 ⁻⁵	2,05·10 ⁻⁵	2,01·10 ⁻⁵	0,701	7,05·10 ⁷
80	0,987	1,009	0,0302	3,04·10 ⁻⁵	2,10·10 ⁻⁵	2,12·10 ⁻⁵	0,699	6,16·10 ⁷
90	0,962	1,010	0,0310	3,19·10 ⁻⁵	2,14·10 ⁻⁵	2,22·10 ⁻⁵	0,697	5,46·10 ⁷
100	0,938	1,011	0,0318	3,35·10 ⁻⁵	2,18·10 ⁻⁵	2,33·10 ⁻⁵	0,695	4,85·10 ⁷
110	0,913	1,012	0,0325	3,52·10 ⁻⁵	2,23·10 ⁻⁵	2,44·10 ⁻⁵	0,693	4,30·10 ⁷
120	0,888	1,013	0,0333	3,70·10 ⁻⁵	2,27·10 ⁻⁵	2,56·10 ⁻⁵	0,691	3,82·10 ⁷
130	0,865	1,014	0,0340	3,88·10 ⁻⁵	2,31·10 ⁻⁵	2,68·10 ⁻⁵	0,690	3,40·10 ⁷

Soluzioni**Esercizio 1**

Le informazioni fornite sono sufficienti a determinare le proprietà termodinamiche di tutti i punti (capisaldi) del ciclo, che sono riportati in tabella.

Tema A				Tema B			
Punto	T [K]	p [MPa]	h [kJ/kg]	Punto	T [K]	p [MPa]	h [kJ/kg]
1	254.5	0.14	387.3	1	254.5	0.14	387.3
2	279.8	0.32	404.0	2	287.2	0.4	408.7
3	275.5	0.32	400.0	3	281.9	0.4	403.7
4	307.8	0.8	419.1	4	311.5	0.9	420.7
5	304.3	0.8	243.6	5	308.5	0.9	249.8
6	275.5	0.32	243.6	6	281.9	0.4	249.8
7	275.5	0.32	203.3	7	281.9	0.4	212.1
8	254.5	0.14	203.3	8	254.5	0.14	212.1

$$1. \quad \dot{m}_c / \dot{m}_e = \frac{h_2 - h_7}{h_3 - h_6}$$

$$2. \quad \dot{m}_e = \frac{q_{81}^+}{h_1 - h_8}$$

$$|q_{45}^-| = \dot{m}_e \cdot (\dot{m}_c / \dot{m}_e) (h_4 - h_5)$$

$$3. \quad |P_{12}^-| = \dot{m}_e (h_2 - h_1)$$

$$|P_{34}^-| = \dot{m}_c (h_4 - h_3)$$

$$4. \quad \mathcal{E} = \frac{h_1 - h_8}{(h_2 - h_1) + \dot{m}_c / \dot{m}_e (h_4 - h_3)}$$

TEMA	\dot{m}_c / \dot{m}_e	$ q_{45}^- $ [kW]	$ P_{12}^- $ [kW]	$ P_{34}^- $ [kW]	\mathcal{E}
A	1.28	11.0	0.82	1.20	4.47
B	1.28	10.0	0.98	1.13	4.06

Esercizio 2

La relazione da utilizzare è:

$$\frac{\Delta T_o}{\Delta T_i} = \frac{t_s - t_{m,o}}{t_s - t_{m,i}} = \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c} h\right)$$

dove P è il perimetro della sezione del condotto, ed h il coefficiente convettivo.

Nel nostro caso si richiede L , perciò:

$$L = \frac{\dot{m}_a c}{Ph} \ln\left(\frac{t_s - t_{m,i}}{t_s - t_{m,o}}\right)$$

Le proprietà termofisiche vanno valutate alla temperatura media del fluido:

$$\bar{t}_m = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}}{2} = 40^\circ\text{C}$$

e queste si ottengono direttamente, senza necessità di interpolazione, dalla tabella fornita:

$$\begin{aligned} c = c_p &= 1.008 \text{ kJ/(kg K)}; & k &= 0.0273 \text{ W/(m K)} \\ \mu &= 1.91 \times 10^{-5} \text{ kg/(m s)}; & \rho &= 1.118 \text{ kg/m}^3 \\ Pr &= 0.705 \end{aligned}$$

$$D_h = \frac{4A_c}{P} = 0.0173 \text{ m}$$

$$\text{Re}_{Dh} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 18615$$

$$1. \quad h = \frac{k}{D_h} 0.023 \text{Re}_D^{4/5} \text{Pr}^{0.4} = 82.1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

$$2. \quad L = 0.76 \text{ m}$$

$L/D_h = 44$ valore ampiamente superiore al limite inferiore per la validità della correlazione utilizzata.

La relazione da utilizzare è:

$$\frac{\Delta T_o}{\Delta T_i} = \frac{t_s - t_{m,o}}{t_s - t_{m,i}} = \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c} h\right)$$

dove P è il perimetro della sezione del condotto, ed h il coefficiente convettivo.

Nel nostro caso si richiede L , perciò:

$$L = \frac{\dot{m}_a c}{Ph} \ln\left(\frac{t_s - t_{m,i}}{t_s - t_{m,o}}\right)$$

Le proprietà termofisiche vanno valutate alla temperatura media del fluido:

$$\bar{t}_m = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}}{2} = 50^\circ\text{C}$$

e queste si ottengono direttamente, senza necessità di interpolazione, dalla tabella fornita:

$$\begin{aligned} c = c_p &= 1.008 \text{ kJ/(kg K)}; & k &= 0.0280 \text{ W/(m K)} \\ \mu &= 1.96 \times 10^{-5} \text{ kg/(m s)}; & \rho &= 1.084 \text{ kg/m}^3 \\ Pr &= 0.704 \end{aligned}$$

$$D_h = \frac{4A_c}{P} = 0.0173 \text{ m}$$

$$\text{Re}_{Dh} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 18141$$

$$1. \quad h = \frac{k}{D_h} 0.023 \text{Re}_D^{4/5} \text{Pr}^{0.4} = 80.4 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$$

$$2. \quad L = 1.02 \text{ m}$$

$L/D_h = 59$ valore ampiamente superiore al limite inferiore per la validità della correlazione utilizzata.