

# Esercitazione 1

Olivieri Daniele

20 agosto 2019

Valutare lo scambio di lavoro meccanico e di energia termica delle seguenti trasformazioni:

- Compressione adiabatica isoentropica di 1 kg di aria da 1 bar e 288.15  $K$  a 2.5 bar.
- Compressione adiabatica reale di 1 kg di aria da 1 bar e 288.15 K a 2.5 bar con  $\eta_{pc}$  pari a 0.755
- Compressione politropica di 1 kg di aria da 1 bar e 288.15 K a 2.5 bar con la condizione termodinamica finale coincidente con quella dell'adiabatica reale
- Compressione isoterma di 1 kg di aria da 1 bar e 288.15 K a 2.5 bar
- Compressione di 1 kg di acqua da 1 bar e 288.15 K a 2.5 bar

## 1 Prima trasformazione

Analizziamo la prima trasformazione utilizzando le relazioni per le trasformazioni reversibili, per prima cosa si determina lo stato del gas prima e dopo l'espansione mediante l'equazione di stato dei gas

$$PV = RT \quad (1)$$

Lo stato iniziale è interamente determinato dato che conosciamo sia la temperatura che la pressione mentre per il secondo dobbiamo utilizzare la politropica per trasformazioni reversibili, in questo caso  $x$  è proprio uguale a  $k$ , la costante del gas pari a  $C_p/C_v$

$$p \cdot v^x = \text{cost} \quad (2)$$

Possiamo quindi ricavare  $V_2$  tramite

$$V_2 = V_1/(\beta^{1/k})$$

Determinato  $V_2$  utilizzando ancora la (1) calcoliamo il valore della temperatura  $T_2$  in uscita dal compressore.

Il lavoro necessario alla compressione sarà interamente speso per l'aumento di entalpia del gas e potrà quindi essere calcolato con

$$L_{is} = m \cdot \Delta h = m \cdot C_p(T_2 - T_1) \quad (3)$$

esso sarà pari a 86.65 kJ

Considerando la trasformazione adiabatrica, il calore scambiato sarà nullo.  
Tabella degli stati

stato	$P$ (bar)	$V$ ( $m^3/kg$ )	$T$ ( $^{\circ}C$ )
1	1	0.827	15
2	2.5	0.429	101.2

## 2 Seconda trasformazione

Anche in questo caso la trasformazione è adiabatrica ma viene fornito un valore del rendimento politropico di compressione  $\eta_{pc} = 0.755$ , definito come

$$\eta_{pc} \stackrel{def}{=} \frac{\frac{n}{n-1} RT_1 \left( 1 - \beta^{\frac{n-1}{n}} \right)}{C_p (T_1 - T_2)} = \frac{L_{pc}}{L_r} \quad (4)$$

o equivalentemente

$$\eta_{pc} = \frac{n}{n-1} \frac{k-1}{k} \quad (5)$$

si può quindi ricavare il valore dell'esponente n della politropica oppure sostituire direttamente il rendimento politropico nella definizione del rendimento adiabatrico e quindi calcolarne il valore.

$$\eta_{ad-c} \stackrel{def}{=} \frac{L_{is}}{L_r} = \frac{C_p T_1 \left( 1 - \beta^{\frac{k-1}{k}} \right)}{C_p T_1 \left( 1 - \beta^{\frac{n-1}{n}} \right)} = \frac{1 - \beta^{\frac{k-1}{k}}}{1 - \beta^{\frac{k-1}{k} \eta_{pc}}} \quad (6)$$

svolgendo i calcoli si trova quindi un valore del rendimento adiabatico pari a  $\eta_{ad-c} = 0.722$ . Il lavoro necessario alla trasformazione adiabatica reale sarà quindi il rapporto tra il lavoro necessario alla precedente trasformazione isoentropica e il rendimento adiabatico

$$L_r = \frac{L_{is}}{\eta_{ad-c}}$$

e sarà pari a  $120 \text{ kJ}$