

# Compito di Fisica Tecnica

Appello 9 Settembre 2015

## Problema 1

All'interno di un cilindro chiuso da un pistone vi è dell'aria (sistema A) in cui però sono disperse delle polveri sottili (sistema P, massa  $M=2$  g, calore specifico  $c=700$  J/KgK). Inizialmente, l'aria con le polveri occupa il volume  $V_1=10$  dm<sup>3</sup> ed è alla temperatura  $T_1=20$  °C e pressione  $p_1=1$  bar, ma a un certo momento subisce un processo al cui termine si trova in nuovo stato alla temperatura  $T_2=100$  °C e pressione  $p_2=10$  bar. Determinare:

1. Se il processo subito dall'aria con le polveri può essere un processo meccanico;
2. Lavoro e/o calore che l'aria con le polveri scambierebbe in un processo reversibile tra gli stessi stati iniziale e finale (sono possibili scambi termici con l'ambiente che è alla temperatura  $T_0=30$  °C);
3. Rappresentare, per la sola aria, nel piano U-S gli stati  $A_1$ ,  $A_2$ , il processo da  $A_1$  ad  $A_2$ , la disponibilità adiabatica di  $A_2$ , l'energia disponibile di  $A_3$  (con  $U_3=U_2$ ,  $S_3=S_2$  e  $V_3=V_1$ ) rispetto all'ambiente;
4. Valutare se nel calcolo dei flussi energetici del processo reversibile (punto 2) si avrebbe un errore maggiore del 10% nel caso si trascurassero le polveri.

*(Trattare l'aria come un gas perfetto; considerare le polveri incompressibili, di volume trascurabile e sempre in equilibrio con l'aria)*

## Problema 2

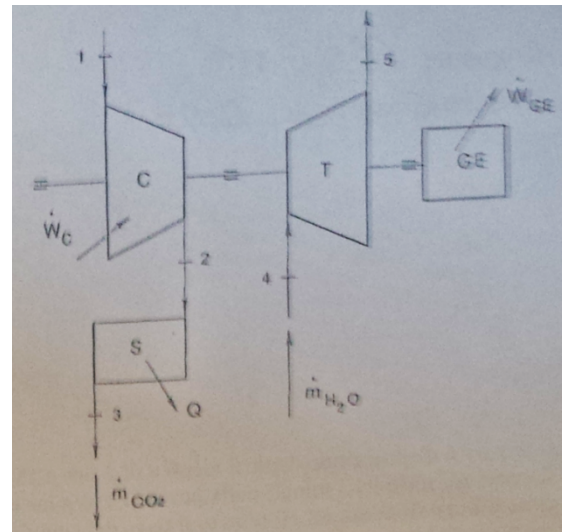
Viene proposto un distributore di bibite fredde che usa un sistema di refrigerazione innovativo in grado di funzionare prelevando energia elettrica dalla rete e scambiando calore con acqua calda di recupero a 50 °C. Il costruttore dichiara che, caricando il distributore con 50 bottigliette d'acqua da 50 cl ciascuna alla temperatura di 20 °C, la macchina è in grado di portarle alla temperatura di 5 °C con un consumo di 0,20kWh. Determinare:

1. Se la macchina può funzionare o meno;
2. Nel caso la macchina funzioni, se è possibile concepire una che consumi ancora meno quantificando il risparmio di energia elettrica.

*(Discutere tutte le capacità termiche escluse quella dell'acqua nelle bottigliette, le variazioni di temperatura dell'acqua calda di recupero, tutte le dispersioni termiche)*

### Problema 3

In un piccolo impianto di stoccaggio dell'anidride carbonica una portata  $m_{CO_2}=25$  kg/h entra prima in un compressore C alla pressione  $p_1=1$  bar e temperatura  $T_1=15$  °C e poi in uno scambiatore S da cui esce nelle condizioni  $p_3=100$  bar e  $T_3=40$  °C. Il compressore assorbe una potenza  $P_c=4$  kW, fornita da una turbina a vapore T, che elabora una portata  $m_{H_2O}=100$  kg/h, le cui condizioni di ingresso e di uscita sono, rispettivamente,  $p_4=35$  bar,  $T_4=370$  °C,  $p_5=0.2$  bar,  $x_5=0.85$ . La turbina trascina anche un generatore elettrico GE (rendimento di conversione unitario).



Determinare:

1. La potenza al generatore elettrico;
2. La potenza termica ceduta dall'anidride carbonica nello scambiatore di calore;
3. Se compressore e turbina sono ideali e, in caso contrario, i rispettivi rendimenti isoentropici.

(Trascurare le cadute di pressione nello scambiatore di calore)

### Problema 4

Un condotto, in cui passa vapore ( $w=10$  m/s), corre per un tratto di 10 m all'interno di un capannone. Il tubo ha un diametro esterno di 6 cm con uno spessore di parete  $s=5$  mm (conduttività termica  $k_{tubo}=20$  W/mK). Per ridurre le dispersioni termiche, il tubo è ricoperto con uno strato di 10 cm di isolante (conduttività termica  $k_{is}=0.05$  W/m), a sua volta ricoperto con un sottile foglio di alluminio lucido per minimizzare anche le perdite per irraggiamento (riflettanza  $\rho=0.9$ , resistenza termica conduttiva trascurabile). L'aria nel capannone è sostanzialmente ferma. Nel caso la temperatura della superficie esterna dell'isolante sia di 34 °C e quella delle pareti del capannone e dell'aria sia di 15 °C, determinare:

1. La potenza termica dispersa dal tubo per convezione, quella per irraggiamento e quella complessiva;
2. Facoltativo: la temperatura della parete interna del tubo.

(Proprietà termofisiche dell'aria: densità  $\rho=1.1181$  kg/m<sup>3</sup>,  $C_p=1007.3$  J/KgK, viscosità  $\mu=19.07 \times 10^{-6}$  kg/ms, conduttività termica  $k=0.0273$  W/mK)

Sono state date 4 correlazioni di scambio termico fra cui scegliere. Qui sotto è riportata solo quella corretta. Il metodo per selezionarla è il seguente: era stata fornita l'informazione sull'aria "sostanzialmente ferma" e vi era una sola correlazione contenente il numero di Rayleigh(Ra), strettamente connesso all'aria ferma.

$$Nu_D = \left\{ 1 + \frac{0.387 Ra_D^{1/6}}{\left[ 1 + (0.599/Pr)^{9/16} \right]^{3/27}} \right\}^2$$