



**Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura – A.A. 2012-13**  
**Insegnamento di Fisica Tecnica Ambientale – Prof. Massimo Garai**

Nome e Cognome:.....Matricola N.: .....

PROVA PARZIALE DI TERMODINAMICA – COMPITO N. **3 RISOLTO**

1. Una colonna di mercurio è alta 1 m. Qual è l'altezza di una colonna d'acqua che produce la stessa pressione ? ( $\rho_{\text{Hg}}=13600 \text{ kg/m}^3$ ) [punteggio = 3]

$h_{\text{H}_2\text{O}} = \dots\dots\dots$  [m]

Soluzione:

$$p = \rho_{\text{H}_2\text{O}} g h_{\text{H}_2\text{O}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow$$
$$h_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\rho_{\text{Hg}} h_{\text{Hg}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \approx \frac{13600 \cdot 1}{1000} = 13,6 \text{ [m]}$$

2. L'entalpia di un sistema è: [punteggio = 3]

- una proprietà di stato estensiva
- una grandezza dipendente dal percorso per sistemi non adiabatici
- la somma di tutte le forme microscopiche di energia del sistema
- tale che la sua variazione è pari alla somma algebrica delle quantità di calore e lavoro scambiate dal sistema
- la somma di tutte le forme macroscopiche di energia del sistema

Soluzione:

È vera solo la n. 1.

3. Ad una massa  $M_a = 99 \text{ kg}$  di aria alla temperatura  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  viene somministrata la potenza termica  $\dot{Q} = 3 \text{ kW}$  durante una trasformazione isobara della durata di 33 minuti. Calcolare l'aumento di temperatura dell'aria alla fine del processo. [punteggio = 6]

$\Delta T = \dots\dots\dots$  [ $^\circ\text{C}$ ]



Soluzione:

$$\dot{Q} = \frac{M_a c_{pa} \Delta T}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{\dot{Q} \Delta t}{M_a c_{pa}} \approx \frac{3000 \cdot 33 \cdot 60}{99 \cdot 1005} \approx 59,7 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

4. Calcolare con tre cifre significative il rendimento di secondo principio  $\eta_2$  di una macchina termica operante tra due sorgenti di calore alle temperature di  $T_1 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  sapendo che il rendimento di primo principio vale  $\eta_1 = 0,20$ . [punteggio = 3]

$\eta_2 = \dots\dots\dots$

Soluzione:

$$\eta_2 = \frac{\eta_1}{\eta_{1c}} \approx \frac{0,20}{1 - \frac{273+30}{273+200}} \approx 0,556$$

5. Una macchina di Carnot funziona prelevando 1 kJ di calore da un serbatoio di energia termica alla temperatura di 800 K, producendo un lavoro di 600 J e cedendo 400 J di calore ad un serbatoio di energia termica alla temperatura di 200 K. Calcolare l'aumento di entropia dell'universo. [punteggio = 3]

$\Delta S_{tot} = \dots\dots\dots \text{ [J/K]}$

Soluzione:

$$\Delta S_{tot} = \frac{-|Q_1|}{T_1} + \frac{|Q_2|}{T_2} = \frac{-1000}{800} + \frac{400}{200} \approx 0,75 \left[ \frac{\text{J}}{\text{K}} \right]$$

6. Trattando dei sistemi aperti, si definisce la pressione di ristagno come: [punteggio = 3]

- la somma del carico cinetico e di quello piezometrico
- la prevalenza moltiplicata per la densità del fluido
- la somma della pressione e dell'energia potenziale per unità di volume
- la somma della pressione e delle perdite di carico
- la somma del carico cinetico e della pressione termodinamica statica



Soluzione:

È vera solo la n. 5:  $p_r = p + \rho \frac{W^2}{2}$

7. Si deve trasportare una portata d'acqua  $\dot{M} = 20$  kg/s per una distanza  $L = 900$  m entro una tubazione orizzontale di diametro  $D = 0,08$  m. Assumendo che la viscosità cinematica dell'acqua sia  $\nu = 1,79 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s e che valga la relazione per tubi lisci di Weissbach  $\xi = 0,184 \text{Re}^{-0,2}$ , calcolare la differenza di pressione necessaria con quattro cifre significative. [punteggio = 6]

$\Delta p = \dots\dots\dots$  [kPa]

Soluzione:

$$\frac{W_2^2 - W_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) + \frac{p_2 - p_1}{\rho} + R - l'_u = 0 \Rightarrow p_1 - p_2 = \rho R$$

$$W = \frac{\dot{M}}{\rho \pi D^2 / 4} \approx \frac{20}{1000 \cdot \pi 0,08^2 / 4} \approx 3,98 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{WD}{\nu} \approx \frac{3,98 \cdot 0,08}{1,79 \cdot 10^{-6}} \approx 177\,827$$

$$\xi = 0,184 \text{Re}^{-0,2} \approx 0,184 \cdot 177\,827^{-0,2} \approx 0,0164$$

$$p_1 - p_2 = \rho R = \rho \xi \frac{L W^2}{D} \approx 1000 \cdot 0,0164 \frac{900}{0,08} \frac{3,98^2}{2} \approx 1\,460\,364 \text{ Pa} \approx 1460 \text{ kPa}$$

8. Secondo la regola delle fasi di Gibbs, per lo iodio solido che sublima: [punteggio = 3]
- la varianza vale uno
  - le fasi presenti sono tre
  - la varianza vale due
  - il punto triplo non è definito
  - la varianza dipende dai rapporti tra le masse delle diverse fasi

Soluzione:

È vera solo la n. 1.